CLIMATIZZATORI

Versione 04/2010

# PERCHÈ CLIMATIZZARE?

CLIMATIZZATORI

# PERCHÈ CLIMATIZZARE?

**INDICE**


IL CIRCUITO FRIGORIFERO ..... 4
COMPONENTI DEL CIRCUITO FRIGORIFERO ..... 6
I REFRIGERANTI ..... 13
LA TECNOLOGIA INVERTER ..... 16
RICERCA GUASTI NEI CLIMATIZZATORI INVERTER ..... 19
IL CLIMATIZZATORE PER USO RESIDENZIALE ..... 26
INSTALLAZIONE ..... 29
TECNICHE DI CARICA E REALIZZAZIONE DEL VUOTO ..... 47
PROBLEMATICHE DI UN IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ..... 57
CLIMATIZZATORI MULTI INVERTER DC ..... 64
CLIMATIZZATORI LIGHT COMMERCIAL INVERTER DC ..... 68

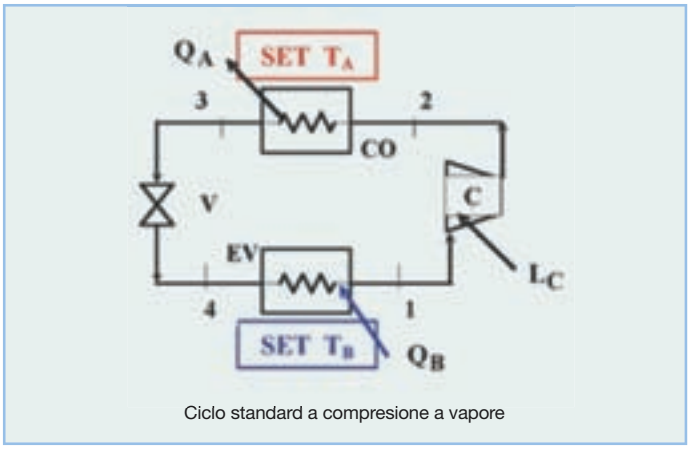
# IL CIRCUITO FRIGORIFERO

## CICLO STANDARD A COMPRESSIONE DI VAPORE

E' noto che il calore si trasferisce da zone a temperatura più alte verso zone a temperatura minore. Questo processo di trasferimento di calore si verifica spontaneamente in natura, senza richiedere l'intervento di alcuna macchina. Il processo inverso invece, cioè il trasferimento del calore da zone a temperatura più bassa verso zone a temperatura maggiore, non si verifica spontaneamente e richiede l'impiego di speciali macchine dette macchine frigorifere.
In figura è rappresentato lo schema di impianto di un circuito frigorifero standard a compressione di vapore. Le trasformazioni che esegue il fluido refrigerante all'interno della macchina frigorifera sono:

4-1 : assorbimento di calore a pressione costante in un evaporatore EV. Questa è la fase in cui il fluido refrigerante viene fatto evaporare a pressione costante dentro uno scambiatore di calore detto evaporatore ottenendo quello che viene indicato con il nome di effetto utile o effetto frigorifero. Siccome il fluido evapora, la temperatura e la pressione rimangono costanti e si indicano queste pressioni e temperature come pressione di evaporazione e temperatura di evaporazione.
Si intuisce che lo scambio di calore non è infinito in quanto l'evaporazione finisce quando la trasformazione arriva nel punto 1: quindi, per avere nuovamente effetto frigorifero, bisogna far sì che il refrigerante torni allo stato di partenza, ovvero, il punto 4; per fare ciò si utilizzano le seguenti altre trasformazioni.

1-2 : compressione adiabatica (senza scambio di calore) in un compressore C. Durante questa trasformazione il refrigerante viene portato dallo stato 1 allo stato 2 e dalla pressione di evaporazione alla pressione di condensazione. Essendo $P_{cond}$ più grande di $P_{evap}$ la trasformazione è una compressione. Il fluido subisce anche un aumento di temperatura da $T_2$ a $T_1$. Per effettuare questa trasformazione bisogna fornire un lavoro dall'esterno che si indicherà come lavoro di compressione.



Ciclo standard a compresione a vapore

2-3 : cessione di calore a pressione costante in un condensatore CO. Questa è la fase in cui il fluido refrigerante viene fatto condensare a pressione costante dentro uno scambiatore di calore detto condensatore. All'ingresso del condensatore (punto 2) il refrigerante si presenta vapore surriscaldato, mentre all'uscita (stato 3) si presenta come miscela satura (vapore + liquido). Siccome il fluido evapora, la temperatura e la pressione rimangono costanti e pertanto la pressione del punto 2 coincide con la pressione del punto 3. In particolare si indica questa pressione come pressione di condensazione.
Il refrigerante per potersi liquefare deve cedere calore all'ambiente circostante. L'effetto tangibile è quello di un riscaldamento dell'ambiente circostante (SET $T_A$) che si mantiene a temperatura alta.

3-4 : laminazione in una valvola V o in un tubo capillare. A questo punto è necessario riportare il refrigerante nelle condizioni di partenza corrispondente al punto 4: si deve semplicemente abbassare la pressione e la temperatura. Per fare questo, si costringe il fluido a passare attraverso un dispositivo di laminazione che provoca, in seguito al restringimento della sezione di passaggio, una brusca caduta di pressione del refrigerante fino alla pressione di evaporazione rappresentata dallo stato 4; a questo punto il refrigerante è pronto per eseguire un nuovo ciclo di refrigerazione.
Naturalmente per far sì che avvenga lo scambio di calore sia al condensatore che all'evaporatore bisogna avere a disposizione dei SET a diversa temperatura ($T_A$ = temperatura di condensazione; $T_A$ = temperatura di evaporazione) con i quali il fluido refrigerante deve poter interagire nella fattispecie, condensare o evaporare.

## COP MACCHINE FRIGORIFERE

Per le macchine frigorifere, è possibile definire un indicatore di efficienza, il "Coefficient of Performance" o "C.O.$P_F$":

$$COP_F = \frac{\text{effetto utile}}{\text{spesa necessaria}} = \frac{Q_B}{L_C}$$

dove l'effetto utile è il calore sottratto a bassa temperatura per mantenere un ambiente freddo, mentre la spesa necessaria è rappresentata dal lavoro di compressione.
Il COPF è inversamente proporzionale al costo di esercizio dell'impianto: maggiore è il lavoro di compressione minore è il coefficiente di prestazione.

***Esempio***

***Cerchiamo di capire il funzionamento del circuito frigorifero***

Si può immaginare il principio di funzionamento di un circuito frigorifero come un grosso camion che corre all'interno di un circuito chiuso tra i caselli autostradali di Ancona Nord e Ancona Sud.
Alla partenza il rimorchio del camion (figura) viene caricato di calore preso dal casello di Ancona Nord (che nel nostro caso potrebbe essere una stanza da climatizzare). Il camion percorre l'autostrada in direzione sud per scaricare il calore al casello di Ancona Sud (che nel nostro caso è l'ambiente esterno). A questo punto il camion percorre il tratto autostradale in direzione opposta per ritornare al casello di Ancona Nord e caricare altro calore. Il casello di Ancona Nord si chiama **evaporatore** mentre il casello di Ancona Sud si chiama **condensatore**.

## IL SOTTORAFFREDDAMENTO E IL SURRISCALDAMENTO

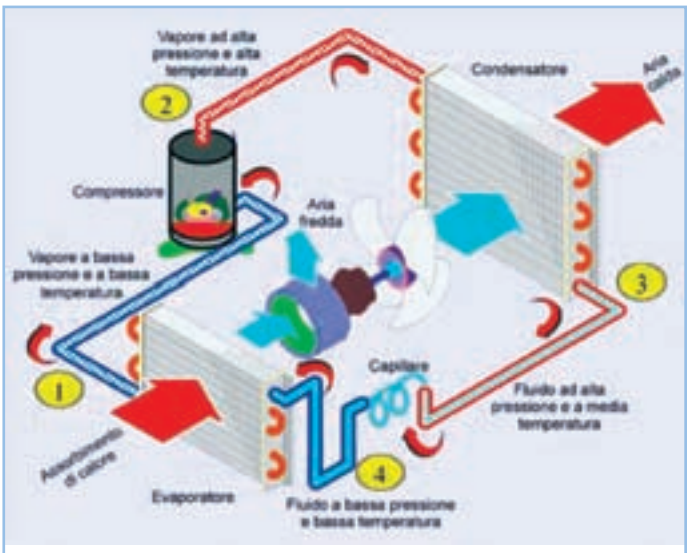
Nella pratica comune, nei cicli a compressione di vapore standard viene eseguito un **sottoraffreddamento** del liquido prima di effettuare l'espansione (laminazione). In questo modo si è sicuri di alimentare l'organo di laminazione con liquido e non con vapore (che farebbe lavorare male il dispositivo).
Il **surriscaldamento** viene fatto per avere la certezza di alimentare il compressore con vapore ed evitare che il fluido contenga tracce di liquido. Può infatti succedere in tal caso che il compressore comprima del liquido provocando la rottura dello stesso.
Si preferisce pertanto che il fluido sia leggermente surriscaldato all'ingresso del compressore. Questa operazione viene sempre eseguita nel ciclo frigorifero a prescindere se si ha un aumento o diminuzione di COP; in questo modo si è sicuri che il compressore (organo molto costoso) lavora bene e per lungo tempo.
In figura si riporta uno schema di un generico circuito frigorifero utilizzato per i climatizzatori domestici: si nota come l'aria che entra nell'evaporatore si raffredda e viene inviata nel locale da climatizzare, mentre altra aria esterna più calda (ma sempre a temperatura minore di quella di condensazione) si riscalda passando attraverso il condensatore per poi essere mandato all'esterno. Ecco perché in estate il condensatore (l'unità esterna) manda aria calda. Questo discorso verrà ripreso e affrontato più nel dettaglio nei prossimi capitoli.

## COP POMPE DI CALORE

Quando l'effetto utile non è quello di asportare calore a bassa temperatura, bensì di riscaldare un ambiente, si parla di pompa di calore. Costruttivamente la macchina frigorifera e la pompa di calore sono identiche e si basano sullo stesso principio: con questa però l'effetto utile sarà dato dalla condensazione del refrigerante ad alta pressione che fornirà calore all'ambiente. Riferendosi sempre alla figura, l'effetto utile sarà il calore QA fornito al SET TA.
Anche per le pompe di calore è possibile definire un indicatore di efficienza, il "Coefficient of Performance" o "$C.O.P_P$":

$$COP_P = \frac{\text{effetto utile}}{\text{spesa necessaria}} = \frac{Q_A}{L_C}$$

Essendo $Q_A$ maggiore di $Q_B$, il COP della pompa di calore sarà maggiore del COP della macchina frigorifera.




Schema esemplificativo di un generica macchina frigorifera

1-2 Compressione 2-3 Condensazione
3-4 Laminazione 4-1 Evaporazione

# COMPONENTI DEL CIRCUITO FRIGORIFERO

## IL COMPRESSORE

Il compressore costituisce il “cuore” del circuito frigorifero. Esso è l’elemento propulsore dell’impianto frigorifero perché fornisce il lavoro necessario per realizzare il ciclo termodinamico. La sua funzione è quella di portare il fluido frigorigeno vaporizzato dalla pressione dell’evaporatore (bassa pressione) alla pressione del condensatore (alta pressione) alla quale corrisponde una temperatura di condensazione compatibile con quella del fluido raffreddante esterno (aria o acqua).
Esistono diversi tipi di compressore classificabili per tipologia di compressione e tipologia costruttiva:

- **compressori dinamici** in cui la compressione è ottenuta variando le condizioni di flusso del fluido con conversione di energia

- **compressori volumetrici** in cui la compressione è ottenuta per riduzione meccanica del volume offerto al fluido in un capsulismo a geometria variabile; essi si dividono in:

## COMPRESSORI VOLUMETRICI ALTERNATIVI

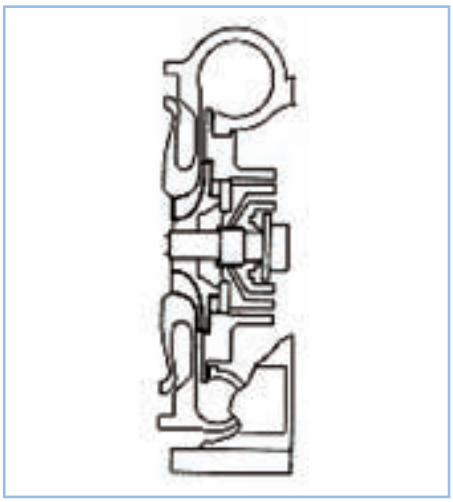
Il compressore alternativo è costituito essenzialmente da un cilindro entro il quale scorre, dotato di moto alterno, un pistone. Il cilindro è chiuso nella parte superiore da una piastra ove sono ricavate due aperture dotate di valvole. Esse consentono di collegare il cilindro alternativamente, tramite il condotto d’aspirazione, con l’evaporatore e, tramite il condotto di mandata, con il condensatore. Mediante un meccanismo di biella e manovella, il pistone è collegato all’albero di manovella che ha la funzione di trasformare in modo alternativo il moto rotatorio del motore al quale esso è collegato (in genere motore elettrico).

Durante la fase di aspirazione il pistone si muove verso il basso, le valvole di aspirazione si aprono mettendo in comunicazione la camera del cilindro con la zona di bassa pressione del circuito. Raggiunto il volume utile, quello che si ha in corrispondenza del punto morto inferiore (PMI), il pistone comincia a ridurre il volume della camera del cilindro e a comprimere il fluido.
Le valvole di aspirazione si chiudono, mentre quelle di mandata si aprono solamente quando la pressione all’interno del cilindro eguaglia quella presente nella parte alta del circuito.
Si definisce rapporto di compressione (e si indica con il simbolo r) il rapporto tra la pressione di condensazione e la pressione di evaporazione.

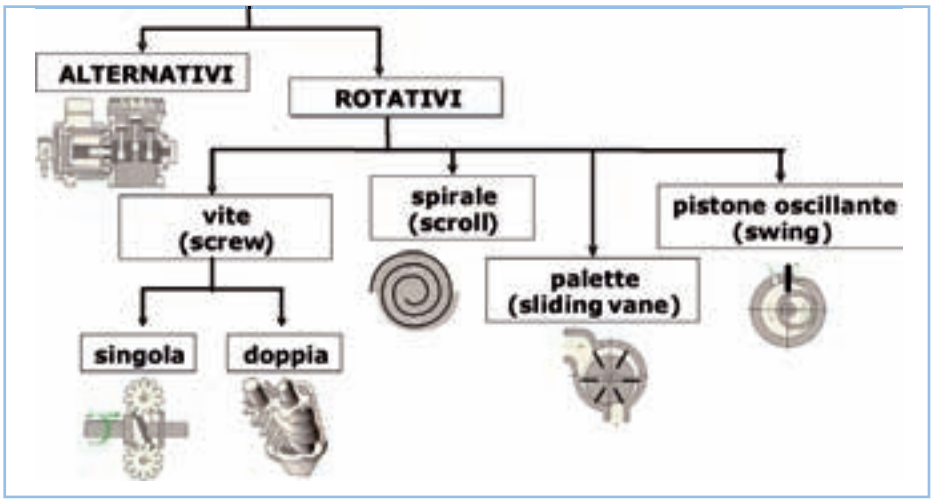
I compressori alternativi possono essere a loro volta classificati a seconda della modalità costruttiva in:

**Ermetici:** il compressore vero e proprio (pistone, cilindro, valvole, ecc.) e il motore elettrico sono racchiusi in un unico involucro saldato; l’involucro è attraversato solo dai condotti di aspirazione e scarico e dai cavi elettrici di alimentazione.
Non ha bisogno di nessuna manutenzione, qualora si rompa un singolo componente è necessario sostituire l’intero compressore. Questi compressori sono utilizzati nella refrigerazione commerciale di piccola taglia, frigoriferi e congelatori domestici, deumidificatori, piccoli condizionatori d’aria e chiller.

**Semi-Ermetici:** come per gli ermetici compressore e motore elettrico sono racchiusi in un unico involucro ma questo può essere aperto per le operazioni di manutenzione. Nei gruppi più grossi la lubrificazione è realizzata per mezzo di una pompa calettata sull’albero. Questi compressori sono utilizzati per le medie potenzialità, refrigerazione commerciale, condizionatori d’aria e chiller di taglia media.

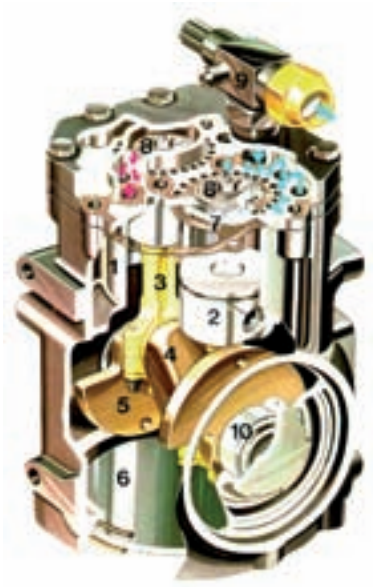


Sezione compressore alternativo

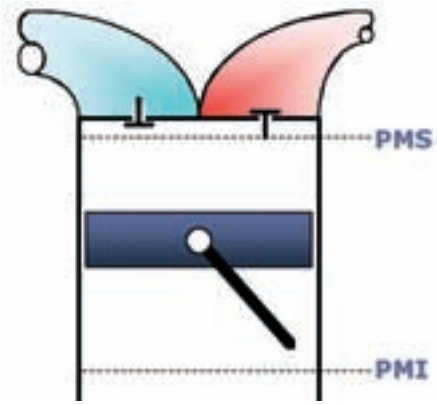



Tipologie compressori alternativi

**Aperti:** il compressore e il motore sono due entità completamente distinte (è possibile trovare anche motori a scoppio invece che elettrici). Dal gruppo compressore esce un albero di trasmissione a cui collegare il motore tramite puleggia, cinghie o altro. Sia il motore che il gruppo compressore sono completamente ispezionabili. Questi compressori sono utilizzati per le medie e per le grandi potenzialità frigorifere.




Compressore volumetrico alternativo




Schema del sistema cilindro-pistone-valvole

Compressore ermetico

## COMPRESSORI ROTATIVI SCROLL

Nei compressori Scroll, anche detti “a spirale orbitante”, la compressione del gas avviene grazie all’azione combinata di due spirali evolventi accoppiate tra di loro. La prima spirale rimane fissa mentre la secondo compie un movimento orbitale (non una rotazione), grazie a questa configurazione fra le spire si vengono a creare delle sacche di gas che si spostano verso l’interno restringendosi e comprimendosi. La compressione ottenuta è estremamente uniforme evitando così le classiche “pulsazioni” caratteristiche dei compressori alternativi.

***aspirazione***
I gas vengono aspirati all’interno delle due grandi tasche esterne diametralmente opposte.

***compressione***
Le tasche dapprima si chiudono progressivamente e poi scorrono verso il centro delle spirali riducendo il loro volume ed effettuando la compressione del gas.

***scarico***
Quando le sacche raggiungono il centro della spirale il gas ha raggiunto la pressione di mandata e viene scaricato all’esterno attraverso una luce centrale ricavata nella spirale fissa.

**Compressori Twin Rotary**
Le problematiche più comuni legate ai compressori Rotativi Scroll riguardano la corretta lubrificazione in partenza con rischi di grippaggio, la presenza di grandi quantitativi di olio nel circuito con relativi frequenti cicli di recupero ed infine la perdita di efficienza ai carichi parziali per limiti nella parzializzazione a basse frequenze.
Per risolvere questi problemi è stato progettato un nuovo compressore Twin Rotary, in cui sono presenti due palette. Grazie alla loro rotazione in controfase, le forze centrifughe opposte che lavorano sull’albero di rotazione ne garantiscono maggiore stabilità ai bassi regimi.

Il “Doppio Rotore” permette una maggiore uniformità di rotazione durante le operazioni di compressione ed una riduzione degli attriti rispetto ai classici rotativi.
Le palette sono completamente immerse nell’olio riducendo sensibilmente la rumorosità prodotta e le vibrazioni trasmesse al circuito frigorifero, mantenendo sempre un’ottima lubrificazione.
Non avendo una fase depressiva di richiamo del lubrificante, la quantità d’olio che viene immesso nel circuito frigorifero è molto inferiore rispetto al compressore Scroll.

Twin Rotary

Compressori Scroll

Aspirazione

Compressione

Scarico

## GLI SCAMBIATORI DI CALORE

Gli scambiatori di calore (nella fattispecie condensatori ed evaporatori) sono apparecchiature che permettono lo scambio di calore tra due fluidi a temperatura differente. Negli scambiatori di calore i due fluidi non si mescolano tra di loro: il calore viene scambiato per convezione in entrambi i fluidi e per conduzione attraverso il mezzo di separazione tra di essi.

## IL CONDENSATORE

Il condensatore nel circuito frigorifero svolge la funzione di smaltire il calore assorbito dal refrigerante attraverso un fluido che può essere acqua o aria. Per effetto della compressione data dal compressore, il fluido giunge in condizioni di vapore surriscaldato al condensatore nel quale si raffredda e condensa cedendo il proprio calore al fluido di raffreddamento, dopodichè esce dal condensatore in condizioni di liquido.
Il **refrigerante** entra nel condensatore in condizioni di surriscaldamento (PUNTO 0). Dopo un breve tratto il refrigerante raggiunge le condizioni di saturazione (PUNTO 1) e da qui inizia il tratto interessato dal cambiamento di fase, il quale di solito occupa gran parte dello scambiatore. Anche se in cambiamento di fase si ha una caduta di temperatura dovuta alla perdita di carico subita dal refrigerante. Una volta condensato completamente (PUNTO 2), il refrigerante liquido viene sottoraffredato fino a che non esce dal condensatore.
Il **fluido termovettore** che assorbe il calore di condensazione è di solito monofase e quindi la sua temperatura aumenta nel percorso all'interno dello scambiatore.
Possiamo considerare che la regione bifase determina le caratteristiche dell'intero scambiatore in quanto la regione surriscaldata contribuisce con una piccola percentuale, in confronto alla regione bifase e alla quantità di calore scambiato in totale.
La classificazione dei condensatori generalmente si fa sulla base del fluido termovettore utilizzato:

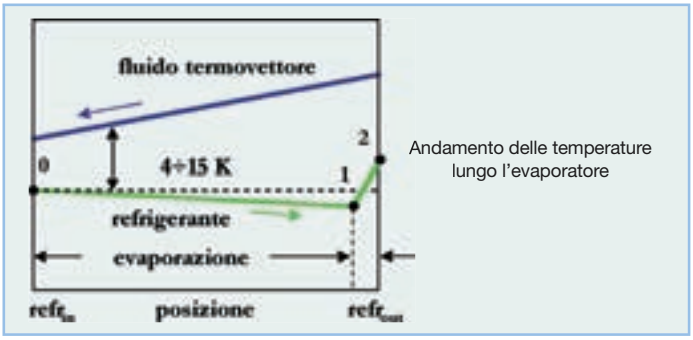
- Raffreddati ad aria
- Raffreddati ad acqua

## L'EVAPORATORE

L'evaporatore svolge la funzione di sottrarre calore indesiderato dal fluido da trattare (ARIA o ACQUA) per trasferirlo al circuito.

**Il refrigerante** entra nell'evaporatore con un titolo di circa il 10%, a causa della perdita di carico durante il cambiamento di fase il refrigerante diminuisce la propria temperatura anche se assorbe calore fino ad arrivare in condizioni di vapore saturo secco (PUNTO 1). Il refrigerante viene surriscaldato (PUNTO 2) fino a che non esce dall'evaporatore, per essere aspirato nuovamente dal compressore.

**Il fluido termovettore** che cede il calore di evaporazione è di solito monofase e quindi la sua temperatura diminuisce nel percorso all'interno dello scambiatore.
Gli evaporatori più comuni sono quelli ad aria alettati. Essi sono costituiti da tubi in rame, all'interno dei quali entra sotto forma di vapore, il gas refrigerante a bassa pressione e temperatura; l'aria interna, più calda, spinta da un ventilatore, lambisce i tubi cedendo calore al refrigerante (calore latente di evaporazione), facendolo evaporare.
Quando il refrigerante evapora, assorbe calore dall'aria circostante. L'aria tiepida della stanza viene aspirata da un ventilatore, raffreddata e quindi inviata nuovamente nella stanza. Per facilitare l'evaporazione del refrigerante vengono utilizzati tubi di rame con un alto coefficiente di conducibilità termica. I tubi di rame sono inseriti in una serie di alette sottili che aumentano la superficie dell'area di contatto con l'aria della stanza.




Andamento delle temperature lungo l'evaporatore

Condensatore raffreddato ad aria

## L'ORGANO DI LAMINAZIONE

Dal punto di vista puramente termodinamico l'organo di laminazione serve ad abbassare la pressione e la temperatura tra i due scambiatori di calore del ciclo inverso a compressione di vapore.
Nella pratica la sua funzione principale è quella di regolare il flusso di fluido frigorigeno dal condensatore all'evaporatore in modo che sia sempre commisurato alla capacità frigorifera che l'impianto deve garantire.
La **classificazione** tra i diversi organi di laminazione si basa sulla capacità di adeguare la propria geometria alle diverse condizioni di carico (variazione della potenza frigorifera richiesta).

## IL TUBO CAPILLARE

E' l'organo di laminazione più diffuso in macchine frigorifere e condizionatori d'aria di piccola e piccolissima taglia.
Il refrigerante liquido è forzato a passare attraverso questo tubo estremamente stretto. L'energia persa nell'attraversamento del capillare porta il refrigerante da uno stato ad alta pressione a uno stato a pressione molto bassa. in questi casi si stabiliscono spontaneamente condizioni operative diverse da quelle nominali con diminuzione dell'efficienza.

## VALVOLA DI LAMINAZIONE ELETTRONICA

Agisce come una valvola termostatica solo che non è autoazionata per mezzo del sistema di pressioni che si creano nella valvola. E' un vero e proprio sistema di controllo elettronico ad azionamento elettrico.

## ACCESSORI

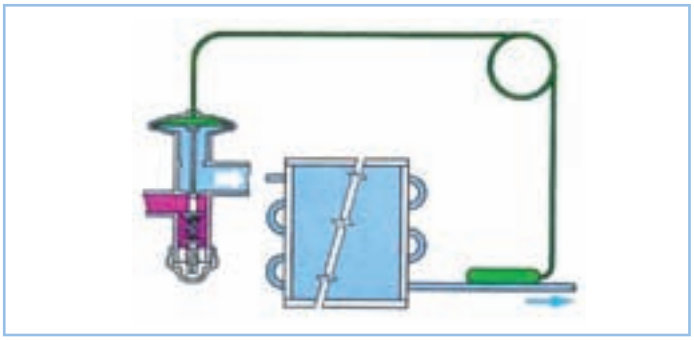
***Separatore d'olio***
Si posiziona a valle del compressore: l'olio si raccoglie nella parte inferiore del separatore e mediante uno scaricatore automatico viene reimmesso nel carter.

***Separatore di liquido***
Permette di separare la parte di liquido da quella vapore; in questo modo si è sicuri di pescare dall'alto soltanto vapore.

Tubo capillare

Separatore olio

Separatore liquido


Applicazione della valvola termostatica

Spia liquido

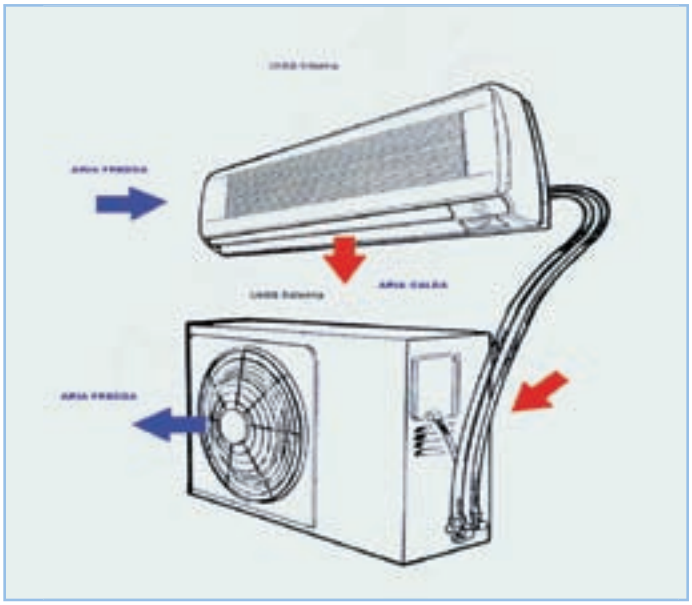
Filtro disidratatore

| Organi di laminazione che adattano la propria geometria al carico | Organi di laminazione che NON adattano la propria geometria al carico |
|---|---|
| valvola di espansione termostatica (TEV o TXV) | Tubo capillare |
| valvola di espansione elettronica (EEV) | Valvola a pressione costante |

## POMPA DI CALORE

I moderni impianti di climatizzazione non ci vengono in aiuto solo nella stagione estiva abbassando la temperatura e l'umidità dell'aria, ma ci permettono di scaldare ambienti nel periodo invernale: in questo caso si dice che il climatizzatore lavora come **pompa di calore**.
Le pompe di calore e i condizionatori d'aria hanno gli stessi comportamenti meccanici, per cui uno stesso sistema può essere realizzato sia come pompa di calore nella stagione fredda che come condizionatore d'aria nella stagione calda semplicemente inserendo nell'impianto una **valvola d'inversione di ciclo** (valvola a 4 vie) che, invertendo il senso di circolazione del fluido refrigerante nel circuito trasforma, di fatto, il condensatore in evaporatore e viceversa.

Nel caso di **funzionamento invernale** il cassetto interno della valvola a 4 vie si sposta mettendo in comunicazione il lato ad alta pressione del compressore (mandata/scarico) con la batteria interna che diventa calda e si comporta da condensatore, ed il lato a bassa pressione (aspirazione) con la batteria esterna che diventa fredda e si comporta da evaporatore: si è così realizzato un ciclo che utilizza il calore del condensatore che nel caso estivo veniva invece disperso nell'ambiente esterno. In tabella si riassume il comportamento di uno stesso condizionatore sia il freddo che per il caldo.



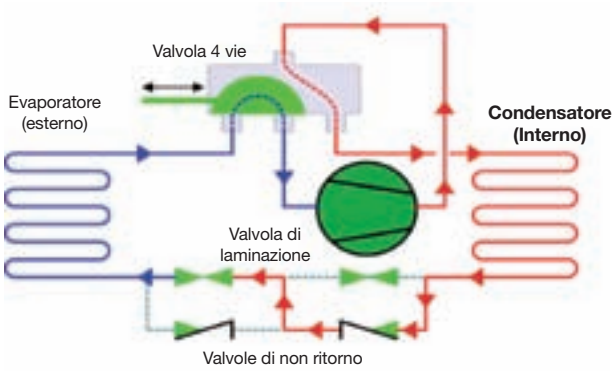
Pompa di calore

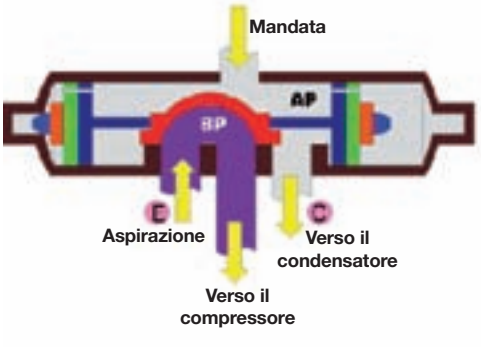
Il problema della pompa di calore è da ricercarsi nella temperatura esterna:

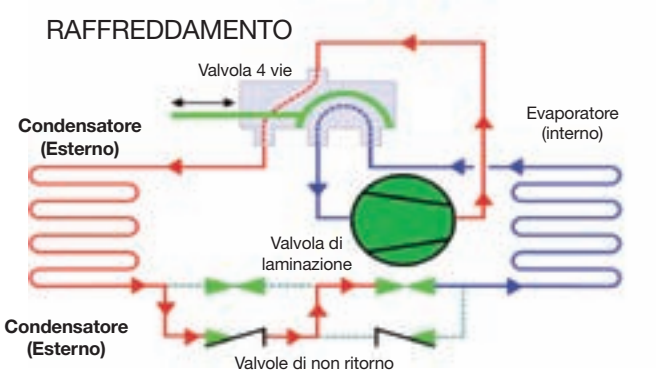
- siccome che la batteria esterna opera con temperature basse, l'aria esterna incontrando una superficie molto fredda tenderà a produrre una notevole quantità di acqua derivante dalla condensazione del vapore d'acqua dell'aria;
- se poi la temperatura esterna è troppo bassa, si rischia di arrivare al congelamento dell'acqua e alla creazione di particelle ghiacciate anche sulle alette di scambio termico dell'unità esterna che abbassano le prestazioni della macchina.

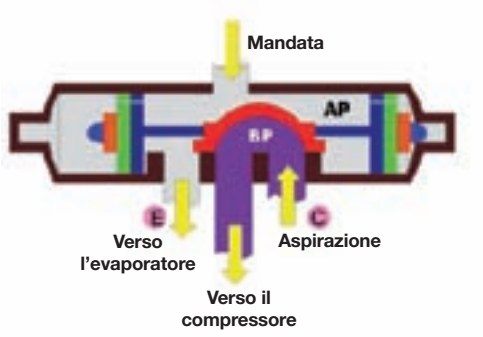
Le pompe di calore sono particolarmente indicate in zone caratterizzate da un elevato carico termico di raffrescamento durante la stagione calda e da un carico termico relativamente basso durante la stagione fredda. In queste zone le pompe di calore possono soddisfare interamente i carichi termici di riscaldamento e di raffrescamento in edifici sia residenziali che commerciali. Al contrario, le pompe di calore sono meno indicate in zone caratterizzate da un significativo carico termico di riscaldamento e un carico termico di raffrescamento molto piccolo.
Riassumendo, il climatizzatore ha tre modalità di funzionamento: raffreddamento, deumidificazione e pompa di calore.

# CLIMATIZZATORI



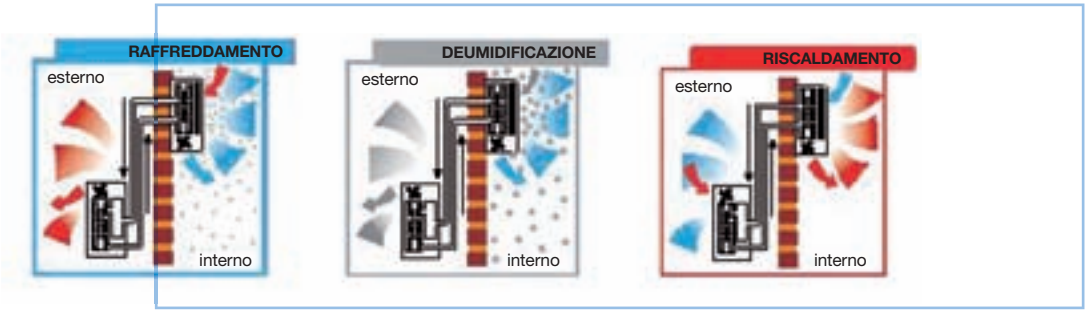




Pompa di calore in raffreddamento

| | CONDIZIONATORE | POMPA DI CALORE |
|---|---|---|
| **Funzione scambiatore di calore unità esterna** | CONDENSATORE | EVAPORATORE |
| **Funzione scambiatore di calore unità interna** | EVAPORATORE | CONDENSATORE |
| **Ruolo ambiente esterno nel ciclo frigorifero** | CORPO CALDO | CORPO FREDDO |
| **Ruolo ambiente interno nel ciclo frigorifero** | CORPO FREDDO | CORPO CALDO |

Tabella di comportamento




Diverse modalità di funzionamento del climatizzatore

# I REFRIGERANTI

I fluidi refrigeranti sono il mezzo tramite il quale si realizza il trasferimento di calore nelle varie parti del circuito frigorifero. Il primo refrigerante utilizzato nelle macchine frigorifere a compressione di vapore fu l'etere etilico, scelto ed usato intorno alla metà del secolo scorso da Perkins e Harrison: per la sua infiammabilità e tossicità e per la scarsa affidabilità dei sistemi di tenuta nel tempo, il suo utilizzo venne abbandonato. Nella seconda metà dell'800 furono introdotti altri fluidi frigorigeni, come l'anidride carbonica, l'ammoniaca e il cloruro di metile: l'impiego di tali refrigeranti contribuì indubbiamente allo sviluppo delle macchine frigorifere a compressione di vapore.
Comunque il problema della sicurezza, dovuto alla tossicità e all'infiammabilità di quasi tutti i fluidi frigorigeni elencati, rimase fino a quando negli anni '30 vennero introdotti i refrigeranti di natura sintetica come R11, R113, R21, R22, ecc. ottenuti dal metano e dall'etano per sostituzione totale o parziale degli atomi di idrogeno con quelli di cloro, di fluoro e talvolta di bromo.
Grazie alle loro ottime caratteristiche termofisiche e ai loro requisiti di stabilità e sicurezza, i cloro-fluoro-carburi (CFC) si imposero come i refrigeranti predominanti in sostituzione di quelli precedentemente utilizzati, fra i quali praticamente rimase solo l'ammoniaca (R717) per applicazioni industriali.

Ma il problema ambientale, in termini di distruzione dell'ozono e del riscaldamento climatico per effetto serra, ha in parte delegittimato il ruolo svolto dai cosiddetti CFC in questi ultimi cinquanta anni; di qui la necessità di sostituire i CFC con altri fluidi, che ha spinto il mondo tecnico a prospettare ed esaminare le diverse possibilità, ma al tempo stesso ha posto il problema del retrofit, ossia della conversione di tutti gli impianti esistenti e del loro adattamento ai nuovi refrigeranti.

**IMPATTO AMBIENTALE**

L'impatto ambientale dei refrigeranti può essere valutato sotto due punti di vista:
- potenziale distruttivo dell'ozono,
- effetto serra.

## I NUOVI REFRIGERANTI

A partire dalla fine degli anni ’70, l’industria chimica ha cominciato a lavorare per individuare nuove sostanze idonee ad essere utilizzate negli impianti frigoriferi, in sostituzione dei CFC e in un secondo tempo anche degli HCFC che stavano creando non pochi problemi ambientali come la diminuzione dell’ozono stratosferico. Le sostanze che sono state individuate, e che appartengono alla classe degli idrofluorocarburi **HFC**, sono state valutate sia da un punto di vista tossicologico (Consorzio internazionale PAFT) che da un punto di vista ambientale (Consorzio internazionale AFEAS).
I nuovi refrigeranti sono caratterizzati da una elevata stabilità chimica, che li rende idonei ad essere impiegati in quasi tutte le condizioni operative che si possono incontrare negli impianti di refrigerazione e di condizionamento dell’aria. Questi nuovi fluidi sono miscele di vari composti e a seconda del loro comportamento vengono definiti:

- **Azeotropi:** sono miscele che non cambiano né la loro composizione volumetrica né la loro temperatura di saturazione durante l’evaporazione (assenza di effetto glide); quindi, i cambiamenti di stato avvengono a pressione e temperatura costante.
- **Quasi-Azeotropi:** presentano una leggera variazione di temperatura durante il passaggio di stato (piccolo effetto glide) che tuttavia non compromette le prestazione e il funzionamento dell’impianto.
- **Zeotropi:** presentano un marcato effetto “glide”, ovvero, il passaggio di stato avviene a pressione costante ma non a temperatura costante. In fase di progetto dei macchinari bisogna tenere conto di questa particolarità se si intende utilizzare un fluido zeotropo. Questa miscela essendo formata da una parte più volatile ed una meno, in caso di perdite si avranno facilmente fuoriuscite del componente più leggero. In questa maniera nel circuito resterà solo il componente più pesante, spesso dotato di scarse caratteristiche di raffreddamento. Quindi in caso di guasto si dovrà procedere anzitutto al completo svuotamento dell’impianto e alla “ricreazione” della miscela reintegrando il componente perduto ed infine, dopo aver riparato la perdita, al nuovo riempimento del circuito.

## I PRINCIPALI REFRIGERANTI HFC

I principali refrigeranti HFC sono:

- **R134A**
- **R407C**
- **R410A**

Analizziamoli brevemente uno per volta.

### HFC R 134a

E’ un refrigerante **puro**, quindi senza “effetto glide”. Ha un basso impatto sull’ozono e sull’effetto serra. Le sue prestazioni sono similari a quelle del CFC R12 pertanto non è adatto all’utilizzo in impianti di climatizzazione. E’ il fluido che ha sostituito il CFC R12 nella refrigerazione civile (frigoriferi e congelatori domestici). Come detto le sue prestazioni lo rendono inadatto a sostituire il HCFC R22 nella climatizzazione (si renderebbe necessario riprogettare tutti gli impianti adottando componenti di maggiori potenzialità) ma può rappresentare una buona soluzione per quegli impianti con compressori a vite centrifuga e centrifughi che attualmente utilizzano R11 o R12.

### HFC R407C

E’ una **miscela zeotropica** composta di R32, R125 e R134a. E’ il fluido che ha sostituito e presenta però lo svantaggio di un elevato effetto glide (5.4 K) che, unitamente ad una minore efficienza, non lo rendono il fluido ideale.

### HFC R410A

E’ una miscela composta di R32 e R125 con un comportamento **quasi azeotropico** e con un effetto glide quasi trascurabile. Rappresenta un ottimo sostituto del R22 negli impianti di climatizzazione grazie alla sua maggiore resa frigorifera dovuta alla maggiore densità e alle maggiori pressioni di lavoro. Nelle tabelle sono messe a confrontano le caratteristiche e le prestazioni dell’ R22 con quelle dei più quotati sostituti:

Come si può vedere dalla tabella non esiste ancora un refrigerante definitivo sostituto dell’R22. Il refrigerante R134a pur essendo un refrigerante puro, le sue prestazioni sono inferiori e quindi gli impianti risulterebbero più grandi con costi maggiori.
Il refrigerante R407C pur essendo un refrigerante che permette l’utilizzo delle macchine attuali senza grandi modifiche è da ricordare che esso è una miscela zeotropica e lavora con olio poliestere.
Il refrigerante R 410A pur avendo un alto rendimento (macchine più compatte), la pressione di lavoro è più alta rispetto agli altri refrigeranti di cui abbiamo parlato quindi è richiesta una riprogettazione completa delle macchine e dell’impianto.

L'olio usato con questo gas deve essere olio Poliestere (POE), in quanto l'olio minerale comunemente usato con l'R22 non è compatibile con questo refrigerante. L'olio minerale con l'R410A risulta essere poco miscibile e quindi rischierebbe di restare disseminato negli scambiatori di calore e nelle tubazioni anziché venire trasportato verso il compressore. Il grado di miscibilità dell'olio poliestere con l'R410A è all'incirca uguale a quello dell'olio minerale con l'R22.

L'olio poliestere però è 100 volte più igroscopico dell'olio minerale, questo significa che assorbono rapidamente umidità e possono raggiungere anche percentuali molto alte mettendo a rischio il funzionamento della macchina stessa. L'olio poliestere **POE** inoltre a contatto con l'acqua forma acido citrico fluoridrico estremamente aggressivo e pericoloso. Perciò è molto importante ridurre al minimo gli ingressi di acqua nel circuito, seguendo semplici procedure:

- non lasciare mai il circuito o i singoli componenti aperti (tubi, raccordi, ecc.) e mantenere sempre ben chiuso il contenitore dell'olio POE, fino all'utilizzo;
- durante la saldobrasatura, eliminare l'aria del sistema facendo fluire azoto, per minimizzare la formazione di incrostazioni; dopo la brasatura, soffiare nuovamente con azoto per rimuovere eventuali depositi ed essiccare il sistema.

L'umidità non è possibile rimuoverla completamente facendo il vuoto ma usando un filtro essicante. In caso ci sia il sospetto che dell'umidità sia entrata nel circuito e se si viene a contatto con dell'olio inquinato, è necessario fare particolare attenzione alla sicurezza di occhi, mani, ecc.... Accertare inoltre, tramite un rivelatore di acidità dell'olio, che i parametri siano entro i limiti consentiti, onde evitare fenomeni di corrosione all'interno del circuito.

| Temperatura Refrigerante (°C) | R 410A (atm) | R 22 (atm) |
|---|---|---|
| -20 | 3,0 | 1,4 |
| 0 | 7,0 | 4,0 |
| 20 | 13,5 | 8,1 |
| 40 | 23,2 1 | 4,3 |
| 60 | 37,3 | 23,3 |
| 65 | 41,5 | 26,0 |

Pressioni di lavoro R22-R410A

| Caratteristiche | R 22 | R 134a | R 407C | R410A |
|---|---|---|---|---|
| Capacità frigorifera | 100% | 65% | 96-105% | 149-156% |
| Scambio termico | - | inferiore | identico | più elevato |
| Diametro tubi | - | maggiore | identico | più piccolo |
| Prestazioni impianto | - | inferiore | identico | identico |
| Costo impianto | - | molto maggiore | identico | identico |
| progettazione | - | significativa | minore | significativa |
| Olio lubrifucante | minerale | poliestere | poliestere | poliestere |
| Spessore tubi | - | identico | identico | più elevato |

Confronto tra R22 ed i sostituti

| Fluido da sostituire | Applicazione | Fluido sostituito |
|---|---|---|
| R11 | Refrigeratori ad acqua con compressori centrifughi | R123 |
| R11 | Pulizia circuiti frigoriferi | R141B |
| R12 | Condizionamento auto | R134a |
| R12 | Refrigeratori ad acqua con compressori centrifughi | R134a |
| R12 | Frigoriferi domestici | R134a |
| R12 | Refrigerazione commerciale media temperatura | R134a |
| R12 | Refrigerazione commerciale medio-bassa temp. | R404a |
| R502 | Refrigerazione commerciale bassa temperatura | R404A |
| R502 | Refrigerazione industriale bassa temperatura | R404A |
| R502 | Produttori di ghiaccio | R404A |
| R22 | Refrigerazione commerciale media temperatura | R134a |
| R22 | Refrigerazione commerciale bassa temperatura | R404A |
| R22 | Condizionatori trasferibili | R134a-R407C |
| R22 | Condizionamento (unità medio/piccole) | R407C-R410A |
| R22 | Condizionamento grandi unità | R407-R134a |

Refrigeranti sostitutivi per nuovi impianti

# LA TECNOLOGIA INVERTER

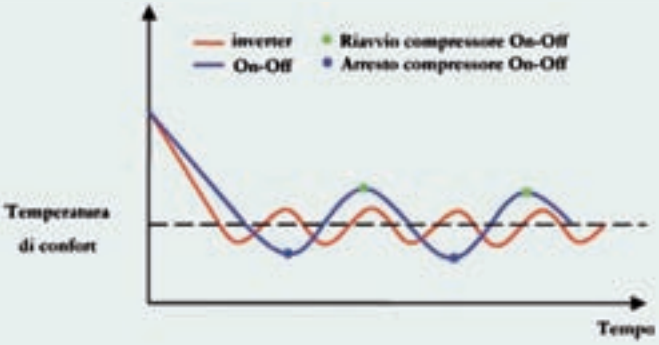
Gli impianti di climatizzazione o di riscaldamento basati sul ciclo a compressione meccanica di vapore sono regolati per il funzionamento in un dato punto nominale. In passato, il metodo di regolazione più utilizzato era On-Off : questo metodo consiste nel fissare un range di temperatura intorno al valore di temperatura desiderato (set-point); così facendo un termostato arresta il compressore quando la temperatura di set point viene superata e lo fa ripartire quando la temperatura diventa minore del set-point. La velocità di rotazione del compressore in questo tipo di regolazione è costante (3000 rev/min per una frequenza di 50 Hz).
Questa tecnica presenta però alcuni inconvenienti, che sono:

- livello di confort insufficiente (variazione della temperatura e del grado di igrometria del locale climatizzato);
- potenza insufficiente nel riscaldamento alle basse temperature esterne;
- usura del compressore a causa dei cicli arresto/avvio;
- elevata intensità della corrente allo spunto e dell'umidità ambientale meno fluttuante, privo di sbalzi e più prossimo al valore impostato dall'utente.

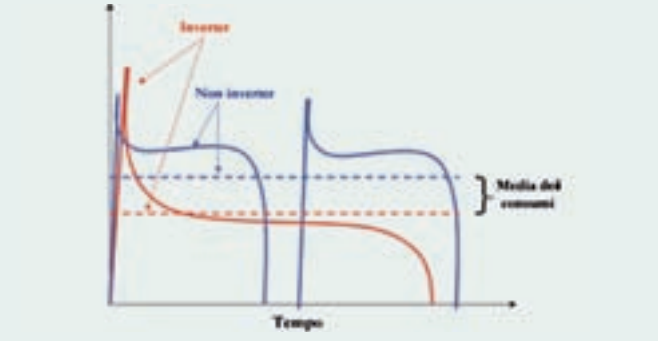
I vantaggi che si ottengono sono molteplici:

- L'impianto lavora con più continuità
- Viene diminuito il numero delle partenze e quindi degli shock d'avviamento per il compressore
- Si riducono i consumi di energia (30-40% in meno rispetto alla tecnologia On-Off)
- L'impianto lavora con pressioni più stabili
- L'utente percepisce una maggiore sensazione di benessere in quanto permette di ottenere un minimo scostamento del valore della temperatura ambiente da quanto viene impostato sul termostato (+1°C/-1°C).

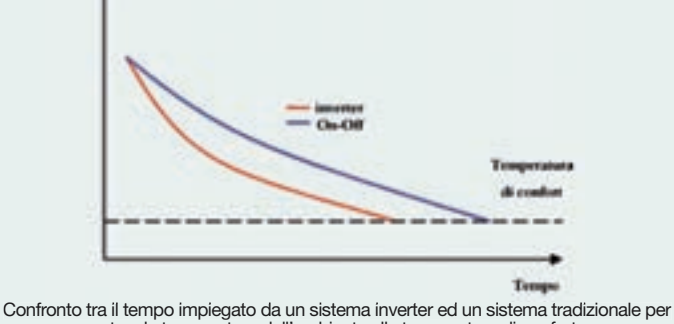
In un sistema ad inverter si ha anche un più rapido raggiungimento delle condizioni ambientali impostate dall'utente al momento dell'avviamento del climatizzatore, grazie alla maggiore potenza di spunto che il compressore riesce ad erogare funzionando ad un numero di giri/minuto che può anche essere il doppio di un compressore convenzionale.
I climatizzatori inverter sono così in grado di variare notevolmente la loro potenza passando per esempio da un minimo di 3000 BTU/h fino a 23000 BTU/h ed avendo una potenza nominale di 12000 BTU/h nei sistemi On-Off il dimensionamento di un impianto di climatizzazione viene fatto tenendo conto di tutti i carichi termici, quindi della situazione peggiore che ci ritrova ad affrontare durante il giorno anche se questa si presenta per un breve lasso di tempo. Quindi la macchina risulta essere sovradimensionata per gran parte della giornata. Con l'inverter si ha la possibilità di montare una macchina più compatta sufficiente per le esigenze medie quotidiane per poi aumentare la potenza in quei brevi lassi di tempo in cui è richiesto un carico termico maggiore, dovuto ad esempio
all'accensione del forno nella cucina o all'afflusso di "molte" persone all'interno di un locale.
Questa non è l'unica situazione in cui l'inverter risulta essere la scelta migliore rispetto ad un climatizzatore tradizionale.
nei climatizzatori multisplit dotati di diverse unità interne e di un'unica unità esterna è possibile variare la potenza erogata dal compressore al variare del numero delle unità accese contemporaneamente. Se un climatizzatore è dotato di più unità interne è raro che tutte si trovino a funzionare alla massima potenza, pertanto è possibile utilizzare compressori sottodimensionati rispetto alla somma delle potenze massime delle unità interne, sfruttando poi l'inverter



Confronto tra compressore On-Off e Inverter



Confronto dei consumi tra On-Off e Inverter



Confronto tra il tempo impiegato da un sistema inverter ed un sistema tradizionale per portare la temperatura dell'ambiente alla temperatura di confort a partire dall'avviamento del climatizzatore in funzione raffreddamento

per i brevi periodi di richiesta massima contemporanea di tutte le unità interne.
La possibilità di variare il numero di giri al minuto del compressore viene resa possibile grazie all'utilizzo di un particolare dispositivo elettronico (appunto, l'inverter) che permette di poter variare la frequenza che proviene dalla linea e che alimenta il climatizzatore. Infatti come è possibile vedere dalla formula seguente, la frequenza "f" è proporzionale al numero di giri "n" del compressore dalla relazione:

$$n = 60 \frac{f}{p}$$

***Esempio***

Si determini la velocità di un compressore alimentato da una tensione di rete a 220 V e una frequenza di 50 Hz (frequenza presente nella comune rete di casa; negli USA la frequenza è di 60 Hz).
In questo caso la velocità di rotazione del compressore è costante e possiamo ricavarla applicando semplicemente la formula vista precedentemente. In questo caso, considerando un motore asincrono a due poli (numero di coppie polari pari ad 1), si ottiene che:

$$n = 60 \frac{f}{p} = 60 \frac{50}{1} = 3000 \text{ giri/min}$$

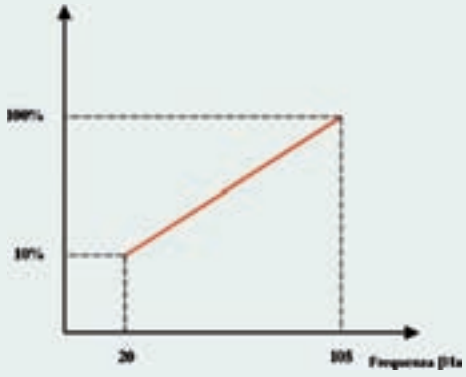
Naturalmente questo valore è costante (il compressore girerà sempre allo stesso numero di giri).

Tale dispositivo converte in un primo momento, grazie ad un raddrizzatore la corrente alternata proveniente dalla rete elettrica (frequenza=50 Hz) in corrente continua, per poi essere di nuovo convertita in corrente alternata grazie all'inverter vero e proprio. E' proprio durante tale ultimo passaggio che viene modificata anche la frequenza di alimentazione di alimentazione del compressore, che così ha la possibilità di girare ad un numero di giri diverso da quello che si avrebbe a 50 Hz e 220 V e quindi di erogare una potenza frigorifera diversa come è possibile vedere in figura.

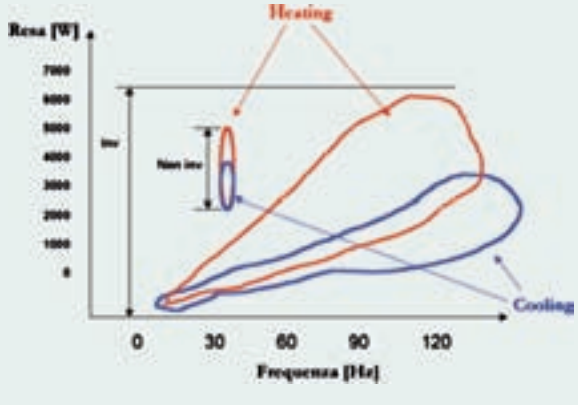
In figura si evidenzia la resa frigorifera in funzione della frequenza per un climatizzatore inverter e non inverter. Si nota che, sia in riscaldamento che in raffreddamento, la resa frigorifera con inverter ha un ampio range di variazione, mentre il caso non inverter si riduce ad una piccolissima area. nella figura è possibile mettere in evidenza lo schema a blocchi di questo tipo di climatizzatore definito a **corrente alternata**.
Esistono anche climatizzatori definiti a corrente continua, dove la variazione del numeri di giri viene ottenuta non più attraverso la modulazione della frequenza, ma attraverso la variazione della tensione di funzionamento del motore. In questo caso la corrente alternata proveniente dalla rete viene convertita in corrente continua per poi essere inviata direttamente al compressore. Questo tipo di soluzione viene utilizzata oltre che per il funzionamento del compressore, anche per l'alimentazione dell'unità interna dello split. Essa funziona così in bassa tensione. Con tale soluzione, come è possibile vedere nello schema a blocchi in figura, si semplifica il circuito elettrico e si riduce il numero di componenti elettrici necessari per il suo funzionamento.

Come si può vedere dalla figura il modulo inverter si trova all'interno dell'unità motocondensante:

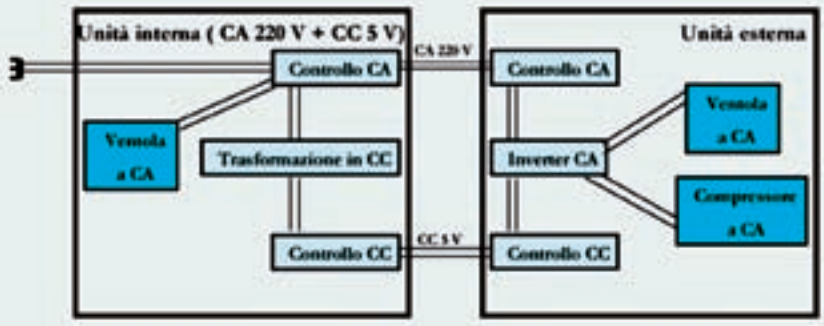
Zona di controllo del funzionamento dell'inverter
all'interno dell'unità motocondensante



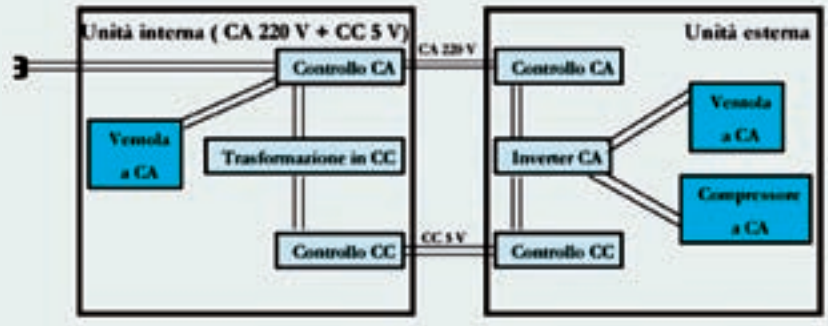
Variazione della potenza frigorifera di un compressore inverter,
in funzione della frequenza di alimentazione




Resa frigorifera in funzione della frequenza



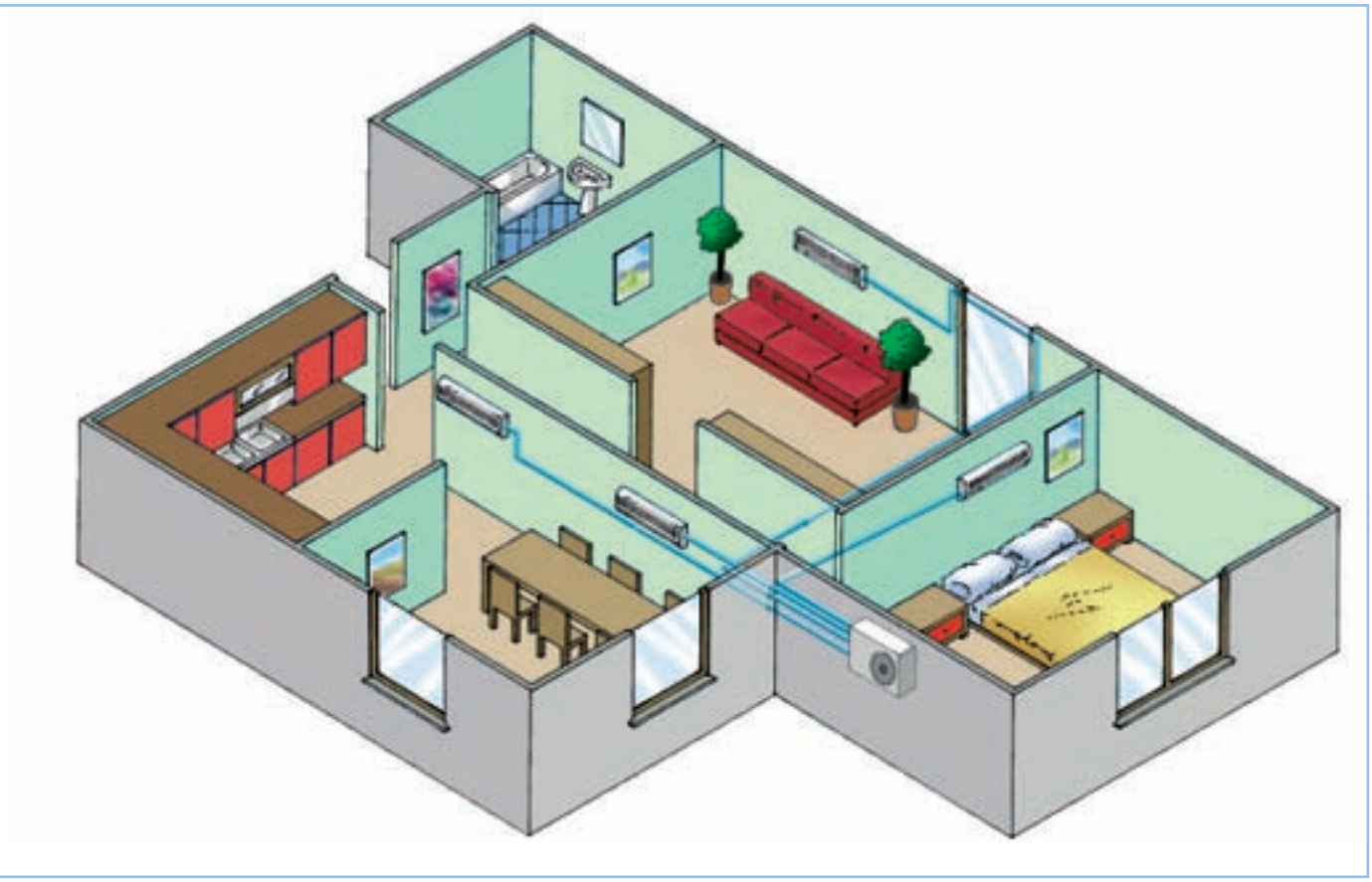

Schema a blocchi di un climatizzatore con inverter a corrente alternata




Schema a blocchi di un climatizzatore con inverter a corrente continua

## IL SISTEMA MULTISPLIT

Da diversi anni i prodotti ad espansione diretta hanno poi incontrato una singolare evoluzione in un settore particolare, quello dei cosiddetti impianti multisplit, ovvero di impianti che vedono la possibilità di collegare diverse unità interne servite da un'unica unità esterna, in grado di generare il freddo estivo (o il caldo invernale) senza che il flusso di calore abbia ad interessare un fluido di distribuzione diverso da quello che evolve direttamente nel ciclo frigorifero: il fluido frigorigeno, oltre a consentire la produzione di caldo e freddo, provvede a trasferirli ai terminali distribuiti nell'edificio. Si tratta quindi di impianti di notevole potenzialità, particolarmente adatti ad edifici frazionati su una molteplicità di locali.



Esempio di applicazione multisplit

# RICERCA GUASTI NEI CLIMATIZZATORI INVERTER

**I COMPONENTI DEI CIRCUITI ELETTRONICI INVERTER**

I componenti dei circuiti elettronici inverter nelle unità esterne sono:

- Raddrizzatore a ponte di diodi
- Condensatori elettrolitici
- Induttanza reattore
- Modulo di alimentazione compressore
- Scheda di comando e controllo inverter

Analizziamoli uno ad uno.

**RADDRIZZATORE A PONTE DI DIODI**

Il **diodo** è un componente elettronico resistivo non lineare a due terminali (bipolo), la cui funzione ideale è quella di permettere il flusso di corrente elettrica in una direzione e di bloccarla nell'altra, la qual cosa viene realizzata ponendo dei vincoli alla libertà di movimento e di direzione dei portatori di carica. Il simbolo circuitale del diodo esprime chiaramente questa funzione: il triangolo indica la direzione che permette il flusso di corrente elettrica considerato convenzionalmente positivo (dal polo negativo a quello positivo), mentre la sbarra ne indica il blocco.
Adottando quattro diodi disposti in configurazione a ponte di Graetz, è possibile ottenere un segnale che è la somma di una semionda più la semionda negativa capovolta (doppia semionda). Questa soluzione, molto usata negli alimentatori, rende molto più semplice il successivo filtraggio e livellamento della tensione fino ad ottenere una corrente continua, non richiedendo peraltro un trasformatore con doppio avvolgimento.
Principale svantaggio di questo metodo è di avere una caduta di tensione pari a quella di due diodi in serie, quindi anche oltre 2 Volt. Nel raddrizzare tensioni molto piccole sia ha quindi una perdita e una distorsione eccessive.
Da questa struttura iniziale si sono evoluti nel tempo sia componenti con struttura più complessa basati su un principio differente, come i diodi a tempo di transito, sia nuovi dispositivi a tre terminali, come gli SCR e i Triac, che hanno abbandonato il nome di "diodo".

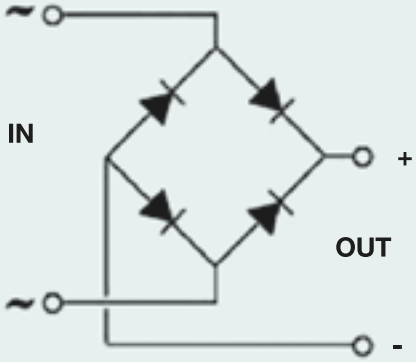
**....e per saperne di più**

L'alimentatore

L'alimentatore è un apparato elettrico semplice o composto che serve a trasformare ed eventualmente a raddrizzare la corrente elettrica in modo da fornire energia ed adattarla all'uso di altre apparecchiature. Un generico alimentatore è idealmente (e spesso anche praticamente) scomponibile nelle sezioni:

- **Trasformatore:** provvede a ridurre (o in rari casi aumentare) la tensione proveniente dalla rete elettrica o da batterie per avvicinarla al valore richiesto dal carico da servire.
- **Raddrizzatore:** trasforma la corrente alternata fornita dalla rete elettrica in corrente continua. Ciò è necessario in quanto quasi tutte le apparecchiature elettroniche richiedono di essere alimentare in corrente continua.
- **Filtro livellatore:** livella la corrente unidirezionale pulsante uscente dal raddrizzatore in una corrente più uniforme e costante.
- **Stabilizzatore:** assicura che la tensione generata dall'alimentatore si mantenga costante nel tempo ed entro una stretta tolleranza rispetto al valore richiesto, al variare della tensione della rete elettrica e del carico applicato.

Simbolo del diodo




Schema del ponte di Graetz

## CONDENSATORI ELETTROLITICI

Nei condensatori elettrolitici non è presente un materiale dielettrico, ma l'isolamento è dovuto alla formazione e mantenimento di uno sottilissimo strato di ossido metallico sulla superficie di una armatura. A differenza dei condensatori comuni, la sottigliezza dello strato di ossido consente di ottenere molta più capacità in poco spazio, ma per contro occorre adottare particolari accorgimenti per conservare l'ossido stesso. In particolare è necessario rispettare una precisa polarità nella tensione applicata, altrimenti l'isolamento cede e si ha la distruzione del componente. Inoltre nei condensatori elettrolitici è presente una soluzione chimica umida che se dovesse asciugare porterebbe al non funzionamento del dispositivo. Per consentire l'utilizzo dei condensatori elettrolitici in corrente alternata si usa connettere due condensatori identici in antiserie , ovvero connessi in serie ma con polarità opposta.
La capacità di un condensatore elettrolitico non è definita con precisione come avviene nei condensatori a isolante solido. Specialmente nei modelli in alluminio è frequente avere la specifica valore minimo garantito, senza un limite massimo alla capacità. Per la maggior parte delle applicazioni (filtraggio dell'alimentazione dopo il raddrizzamento e accoppiamento di segnale) questo non rappresenta un limite.
Esistono diversi tipi di condensatori elettrolitici:

- **ad alluminio:** il dielettrico è costituito da uno strato di ossido di alluminio. Sono compatti ma con elevate perdite. Sono disponibili con capacità da meno di 1 µF a 1.000.000 µF con tensioni di lavoro da pochi volt a centinaia di volt. Contengono una soluzione corrosiva e possono esplodere se alimentati con polarità invertita. Su un lungo periodo di tempo tendono a seccarsi andando fuori uso, e costituiscono una delle più frequenti cause di guasto in diversi tipi di apparecchi elettronici.
- **al tantalio:** rispetto ai condensatori ad alluminio hanno una capacità più stabile e accurata, minori corrente di perdita e bassa impedenza alle basse frequenze. A differenza dei primi però, i condensatori al tantalio non tollerano i picchi di sovratensione e possono danneggiarsi, a volte esplodendo violentemente, cosa che avviene anche qualora vengano alimentati con polarità invertita o superiore al limite dichiarato. La capacità arriva a circa 100 µF con basse tensioni di lavoro.

## INDUTTANZA REATTORE

Un induttore è un componente elettrico costituito da un avvolgimento di materiale conduttivo, generalmente filo di rame ricoperto da una sottile pellicola isolante. Per aumentare l'induttanza si usa spesso realizzare l'avvolgimento su un nucleo di materiale con elevata permeabilità magnetica (ad esempio ferriti). L'induttore genera un campo magnetico al passaggio di corrente elettrica e si oppone solo alle "variazioni" di corrente.
Valori tipici di induttanza vanno dai nanohenry (nH) ai millihenry (mH). Per la loro capacità di modificare i segnali in corrente alternata, gli induttori sono usati nell'elettronica analogica e nel trattamento dei segnali elettrici.

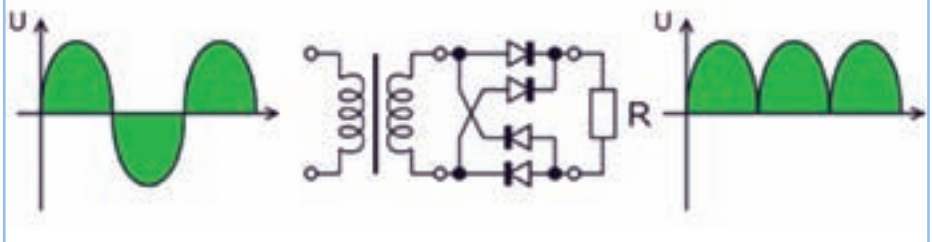
## MODULO DI ALIMENTAZIONE DEL COMPRESSORE

La parola modulo viene usata con molteplici significati. In senso generico indica un componente di un sistema, che possiede una interfaccia ben definita con gli altri componenti e possiede una certa autonomia. Talvolta il carattere modulare di un componente di un sistema sta a significare la possibilità di utilizzarlo per costruire facilmente il sistema stesso, oppure per ripararlo o sostituirlo, o anche la possibilità di servirsi del componente con buona flessibilità.
Il modulo di alimentazione di potenza ha il compito di dare al compressore un'alimentazione trifase alternata con caratteristiche di frequenza e tensione variabili proporzionalmente (38 ÷110 Hz) con (70 ÷190 Vac).

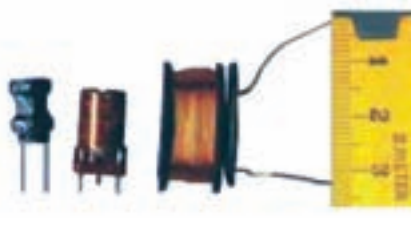
## SCHEDA DI COMANDO E CONTROLLO INVERTER

Un inverter è un dispositivo elettronico in grado di convertire corrente continua in corrente alternata eventualmente a tensione diversa, oppure una corrente alternata in un'altra di differente frequenza. Le applicazioni delle schede di controllo inverter sono molteplici:

- nei gruppi di continuità convertono la tensione fornita dalla batteria in corrente alternata;



Effetto del ponte di diodi su un segnale alternato


Varie tipologie di unduttori

- nell'industria sono usati per regolare la velocità dei motori elettrici;
- nella trasmissione di energia elettrica convertono l'energia in corrente continua trasferita in alcuni elettrodotti per essere immessa nella rete in corrente alternata.

## SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DI UN CIRCUITO INVERTER

In figura è rappresentato uno schema di funzionamento di un generico circuito inverter.
La corrente entra dall'alimentazione di rete a 220 Vac e 50 Hz. Il raddrizzatore a ponte di diodo permette di ottenere un segnale che è la somma di una semionda più la semionda negativa capovolta (doppia semionda). Il condensatore elettrolitico posto in parallelo consente di stabilizzare la corrente che attraversando il parallelo induttanza-condensatore arriva al modulo di alimentazione con una tensione di 300 Vcc.
Il modulo di alimentazione di potenza riceve dal gruppo convertitore una tensione di 300 Vcc e contemporaneamente dalla scheda inverter il segnale in frequenza determinato dalle richieste di potenza (impostazioni del climatizzatore) e dalle condizioni di lavoro. In base a questi ultimi fattori il modulo di alimentazione fornisce al compressore l'alimentazione necessaria a soddisfare le esigenze richieste. Naturalmente, ad una richiesta di maggior potenza corrisponde un aumento di giri del compressore e viceversa. In figura si riporta un esempio di scheda (a destra) con relativo modulo inverter (a sinistra).

## GUASTI ELETTRONICI PIÙ FREQUENTI

La ricerca guasti elettrici e frigoriferi in un climatizzatore inverter è solitamente agevolata dal sistema di autodiagnosi di macchina con visualizzazione di codici di errore sul display delle due unità. Quando ciò non è presente, si è costretti ad individuare manualmente le cause del malfunzionamento.
I guasti sulla trasmissione dati tra le due unità può essere dovuta a più cause: la più banale può essere l'errata connessione del cavo o un guasto della scheda; nel peggiore delle ipotesi la causa può essere rappresentata dai disturbi elettromagnetici che vengono raccolti dal cavo di trasmissione dati ed interpretati dal microprocessore come disturbi che causano il blocco.
I controllo di base da eseguire sono:

- controllo del cavo di collegamento mediante battitura dei singoli fili verificandone la continuità
- verifica del cavo di comunicazione mediante voltmetro analogico (tensione continua oscillante compresa tra 15 e 30 Vcc)

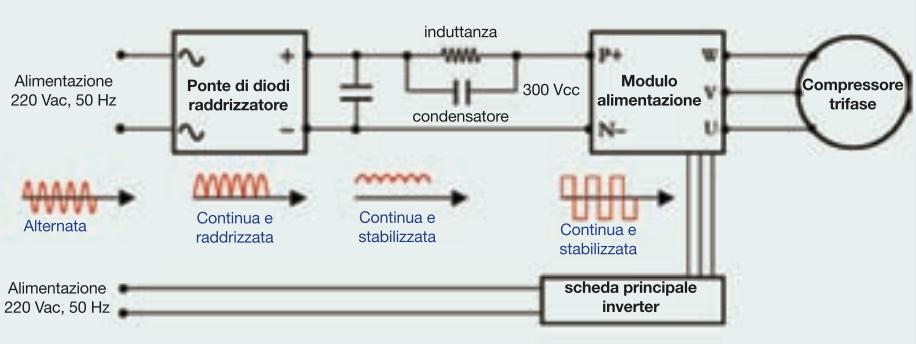
Per quanto riguarda i guasti elettronici più frequenti si possono elencare:
- mancata comunicazione tra unità interna ed esterna
- guasto al modulo di alimentazione
- guasto dei raddrizzatori a ponte di diodi
- guasto del modulo inverter
- guasto delle sonde di temperatura

## MANCATA COMUNICAZIONE TRA UNITÀ INTERNA ED ESTERNA

**In questo caso bisogna verificare la continuità elettrica dei collegamenti tra l'unità interna ed esterna (cavo di potenza e collegamento dei segnali).**

## GUASTO AL MODULO DI ALIMENTAZIONE

I controlli da eseguire per verificare l'integrità del modulo di alimentazione sono:
- le tensioni in uscita tra le fasi devono essere identiche sia a compressore collegato che scollegato elettricamente
- la verifica delle tensioni di uscita deve essere eseguita posizionando il multimetro su Vac e misurando tra i terminali W-V, W-U e V-U.
- Le misure hanno rilevanza solo se la scheda principale ed il gruppo convertitore forniscono rispettivamente un segnale a frequenza variabile e una tensione continua di 300 Vcc al modulo di alimentazione.




Schema di funzionamento di un generico circuito inverter

Scheda di funzionamento con relativo modulo inverter

## GUASTO DEI RADDRIZZATORI A PONTE DI DIODI

Per controllare il raddrizzatore a ponte di diodo si deve posizionare il multimetro su ohm e dopo aver sconnesso tutti i quattro fili dai rispettivi morsetti (~ n°1, ~ n°2, +, –) e si devono verificare i seguenti valori di resistenza tra i contatti:

- 530 Ω posizionando il puntale positivo sul simbolo (~ n°1) e quello negativo sul simbolo (+);
- 500 Ω posizionando il puntale positivo sul simbolo (~ n°2) e quello negativo sul simbolo (+);
- 500 Ω posizionando il puntale positivo sul simbolo (~ n°2) e quello negativo sul simbolo (~n°1);
- 1200 Ω posizionando il puntale positivo sul simbolo (–) e quello negativo sul simbolo (+);
- le combinazioni rimanenti devono dare resistenza infinita; nel caso diano valori di resistenza troppo bassi, significa che il raddrizzatore è in cortocircuito e quindi andrà sostituito.

Naturalmente, in assenza di uno dei valori riportati il ponte di diodi è da sostituire.

## GUASTO DEL MODULO INVERTER

Ci sono 5 connettori laterali identificati con le seguenti lettere:

- **P** di colore arancio
- **N** di colore bianco
- **U** di colore giallo
- **V** di colore rosso
- **W** di colore blu

P e N rappresentano l'alimentazione del modulo e quindi la tensione in ingresso; U-V-W rappresentano le tre fasi del compressore in uscita del modulo.
Più spostato verso il centro troviamo un connettore bianco che funge da segnale di comunicazione con la scheda principale.
Quando la macchina esterna viene alimentata nel modulo si devono trovare i seguenti valori:

- Tra P e N si deve misurare con il tester in corrente continua un valore compreso tra 300 e 330 V(nei moduli per gas R410A possiamo trovare fino a 350 V)
- Tra U-V si deve controllare con il tester la continuità in Ω ; il valore deve essere compreso tra 1,5 e 2Ω.(R407C 1,6 Ω -R410A 1,9 Ω)
- Tra U-W si deve controllare con il tester la continuità in Ω ; il valore deve essere compreso tra 1,5 e 2Ω. (R407C 1,6 Ω -R410A 1,9 Ω)
- Tra W-V si deve controllare con il tester la continuità in Ω ; il valore deve essere compreso tra 1,5 e 2Ω. (R407C 1,6 Ω -R410A 1,9 Ω)

I valori misurati tra U-V,U-W e V-W devono essere tra di loro rispettivamente identici. Il controllo del segnale si può effettuare sia sullo spinotto innestato nel modulo che in quello della scheda, i valori devono essere identici per avere uno scambio di dati perfetto.
Quando la macchina è in funzione si devono trovare i seguenti valori:

- tra P e N una corrente continua (DC) che varia da 270 a 340 V
- tra U e V una corrente alternata (AC) che varia da 110 a 180 V
- tra U e W una corrente alternata (AC) che varia da 110 a 180 V
- tra W e V una corrente alternata (AC) che varia da 110 a 180 V

La variazione dei valori dipende dalla modulazione della macchina: quando la macchina lavora al minimo si avranno i valori più bassi, al contrario si troveranno i valori massimi.
Se dopo un controllo sul modulo si nota che:

1. Se a macchina in funzione non si trova tensione tra U-V-W bisogna controllare la continuità delle tre fasi: il compressore potrebbe essere rotto. In questo caso è consigliabile sostituire anche il modulo inverter.
**ATTENZIONE: non cambiare subito il modulo senza controllare il compressore.**
2. Se il compressore non parte, la tensione d'ingresso è buona e la continuità del compressore anche, controllare il cavetto del segnale, potrebbe essersi staccato oppure la scheda principale non funziona correttamente.

Collegamenti elettrici unità interna-esterna

Scheda modulo inverter

## GUASTO DELLE SONDE DI TEMPERATURA

Esistono due tipologie di sonde:
- la sonda ad immersione è posta in un pozzetto di rame situato nella parte alta destra della batteria evaporante ed è quella contraddistinta dalla scritta 20 k che è il valore ohmico a 25°C.
- la sonda ambiente è quella posta nella parte destra del guscio dell'U.I. raggiungibile alzando il pannello frontale dell'unità. Si contraddistingue dall'altra per la scritta 15 k che rappresenta il suo valore ohmico a 25°C.

Pertanto, si deve semplicemente verificare che il valore della resistenza elettrica delle sonde con sia quello riportato.

## PANORAMICA SUI COMPONENTI ELETTRICI E NON DELLE UNITÀ INTERNA ED ESTERNA

## COMPONENTI DELL'UNITÀ INTERNA

I componenti dell'unità interna possono riassumersi in:

- Scheda elettronica
- Motore ventilatore
- Ventola tangenziale
- Motorino flap
- Sonde
- Trasformatore
- Evaporatore
- Telecomando

## SCHEDA ELETTRONICA

La scheda elettronica trasmette l'alimentazione tramite relè all'unità esterna, riceve i segnali delle sonde interne e li invia alla scheda elettronica esterna. Alimenta il Motorino Flap e il motore ventilatore interno. In alcuni modelli è presente un pulsante che permette la partenza della macchina nelle varie modalità, ovvero, AUTO – COOL – HEAT – STOP; negli altri modelli è presente un selettore.

## MOTORE VENTILATORE

E' alimentato dalla scheda interna a 220 V e 50 Hz; ha 3 tipologie di velocità (LOW – MED – HIGH) impostabili sul telecomando.

## MOTORINO FLAP

E' alimentato a bassa tensione 12 Vcc e movimenta l'aletta flap. Può lavorare in modo continuo oppure fermare l'aletta flap in un punto intermedio del brandeggio.

## SONDE INTERNE

Sono collegate alla scheda interna e servono per rilevare le varie temperature ambiente/evaporatore. Sono NTC (i valori di temperatura proporzionali al valore di resistenza Ohm sono riportati sui manuali): ad esempio a 25 °C = 5000 ohm.

## TRASFORMATORE

Trasforma la tensione in ingresso da 230 V e 50 Hz a 9 ÷ 12 Vac per i componenti in bassa tensione. È installato nella parte destra dell'unità interna sopra la scheda elettronica.

## EVAPORATORE

(Per dettagli sull'evaporatore vedere il manuale 1° e 2° livello).

Scheda elettronica

Motore ventilatore

Ventilatore tangenziale

# CLIMATIZZATORI

**TELECOMANDO.**

Vedi Figura

**COMPONENTI DELL'UNITÀ ESTERNA**

I componenti dell'unità esterna possono riassumersi in:

- Scheda elettronica
- Motore ventilatore
- Ventola
- Sonde
- Compressore
- Modulo inverter
- Valvola a 4 vie + bobina
- Condensatore

**SCHEDA ELETTRONICA**

Vedi Figura

**MOTORE VENTILATORE**

Vedi Figura

**VENTOLA**

Vedi Figura

**SONDE**

Vedi Figura

**COMPRESSORE**

Vedi Figura

**MODULO INVERTER**

Vedi Figura

**VALVOLA A 4 VIE PIÙ BOBINA**

Vedi Figura

**CONDENSATORE**

Vedi Figura

Motorino Flap

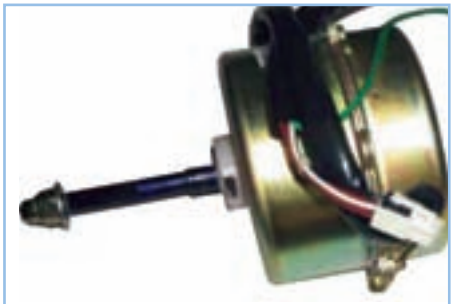
Sonde di temperatura: A. sonda ad immersione sull'evaporatore;
B. sonda temperatura ambiente

Trasformatore.

Evaporatore.

Telecomando a tasti.

Scheda elettronica.



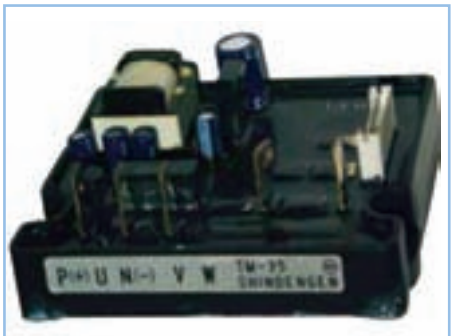
Motore ventilatore.

Ventola.

Sonde.

Sonde.

Compressore.



Modulo inverter.

Valvola a 4 vie più bobina.

Condensatore.

# IL CLIMATIZZATORE PER USO RESIDENZIALE

**IL CLIMATIZZATORE**

Il climatizzatore è costituito da due parti fondamentali:

**UNITA' INTERNA**. Montata all'interno viene a contatto con l'aria che dobbiamo trattare.
È costituito dai seguenti organi:

- evaporatore
- un ventilatore solitamente di tipo tangenziale che controlla la velocità dell'aria emessa dallo split
- filtri che servono a trattenere indesiderate particelle di inquinanti sospese in aria
- apparecchiatura elettronica
- bacinella scarico condensa
- ricevitore dei comandi
- telecomando

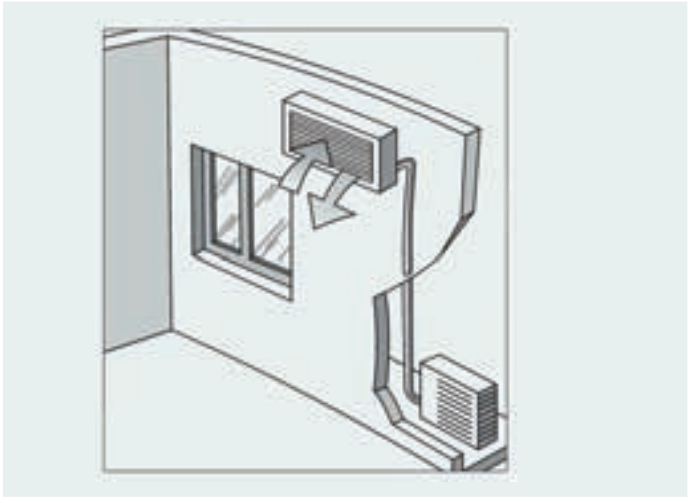
**UNITA' ESTERNA.** Questa unità va montata all'esterno del locale che vogliamo climatizzare.
È costituita da:

- compressore
- batteria condensante
- organo di laminazione (tubo capillare)
- ventilatore assiale che aumenta lo scambio termico tra il condensatore e l'ambiente circostante
- valvola di inversione se la macchina funziona anche in pompa di calore

Queste due unità sono collegate tra loro da due tubazioni di rame (una di andata e una di ritorno) coibentate con materiale isolante e da cavi elettrici che permette il "dialogo" tra le due unità.
Il gas necessario per il corretto funzionamento dell'impianto è completamente inserito nell'unità esterna, mentre l'unità interna è dotata solamente di una carica di tenuta del gas frigorifero o di azoto che in fase di collegamento andrà persa. I climatizzatoti possono essere classificati:
1. in base alla modalità di funzionamento,
2. in base alla tecnologia usata per la loro realizzazione.

Nel primo caso si possono avere climatizzatori denominati:

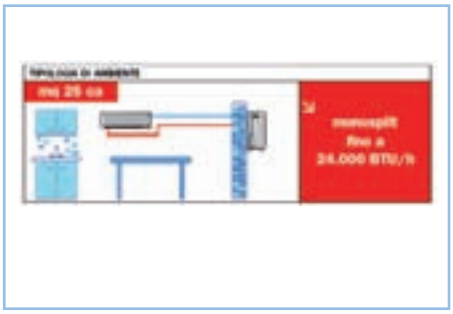
- **Solo freddo** in cui è possibile solamente raffreddare e deumidificare l'ambiente;
- **Pompa di calore** in cui è possibile raffreddare l'ambiente durante la stagione calda e riscaldarlo durante la stagione fredda, attraverso una valvola d'inversione.

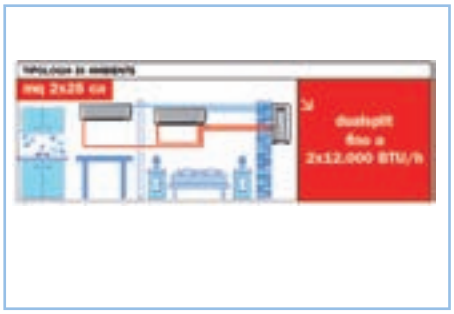


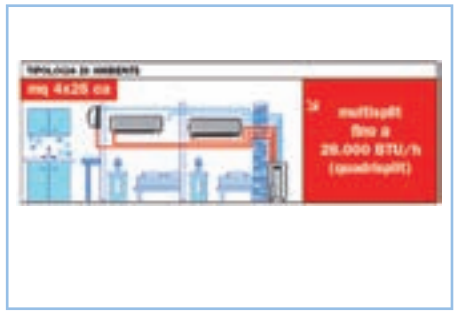
Nel secondo caso si possono avere climatizzatori con tecnologia:

- **On-Off** nei quali si ha un termostato che rileva le variazioni climatiche nell'ambiente, le confronta con la temperatura preimpostata (set-point) e quando necessario, interviene avviando o spegnendo il compressore (a seconda dei casi) permettendo o meno il passaggio del fluido refrigerante nell'evaporatore. In questo caso si ha una successione di avvii e arresti del compressore provocando così un notevole consumo energetico, nonché un notevole stress per il compressore stesso.
- **Inverter** nei quali si ha una regolazione continua e automatica della potenza del compressore in base alla temperatura esterna e ai valori impostati per gli ambienti interni. In questo caso si evitano continui spegnimenti ed accensioni del compressore con un conseguente risparmio energetico e una maggior durata della vita del compressore.

Si possono avere anche diverse tipologie di climatizzatori in base alle esigenze e alle caratteristiche degli ambienti da climatizzare:



**Monosplit** costituito da due parti distinte ciascuno recante uno scambiatore di calore e destinate rispettivamente all'interno ed all'esterno.

**Dualsplit** che consente di collegare da un'unica unità esterna due unità interne. Nella scocca dell'unità esterna sono raggruppati due compressori ed un unico, grande scambiatore di calore. Tale soluzione è ottimale ove l'installazione di più unità esterne risulti difficoltosa o impossibili per vincoli tecnico-estetico.

**Multi split** è una sorta di piccolo impianto centralizzato che prevede di collegare ad un'unica unità esterna fino a 5÷6 unità interne anche di potenza diversa. Tale tipologia spesso è caratterizzata dall'utilizzo di compressori inverter, uno o due a seconda delle potenze richieste.

**ENERGY LABEL**

Anche sui climatizzatori, come per i frigoriferi, i congelatori ed altri tipi di elettrodomestici, è stato previsto l'obbligo (solo per gli apparecchi alimentati dalla rete elettrica) di apporre in evidenza l'etichetta energetica o energy label , allo scopo di fornire le basilari informazioni riguardanti le principali caratteristiche dell'apparecchiatura. L'adozione di tale etichetta avviene grazie ad una direttiva della Comunità Europea, la DIRETTIVA 31 del 2002, che ha fissato dal luglio 2003 la presenza di tale dichiarazione sui climatizzatori posti in vendita. Grazie a questa etichetta è possibile per tutti conoscere e valutare fin dal momento dell'acquisto le principali caratteristiche tecniche, le prestazioni e il consumo di energia di ciascuno modello.
Questa etichetta aiuta il consumatore:

- in modo DIRETTO in quanto, al momento dell'acquisto può valutare il valore del consumo energetico EER confrontandolo con altri prodotti; per esempio a parità di prezzo, si sceglierà un modello con EER più alto;
- in modo INDIRETTO in quanto, un minor consumo di energia porta ad un minor consumo di combustibile e quindi ad un minore inquinamento ambientale. (es. minore effetto serra indiretto).

L'energy label consiste in un cartellino con intestazione e forma determinata dall'UE, che accompagna determinati prodotti elettrici, sulla quale il costruttore dichiara i valori di alcune caratteristiche di prestazione o attitudine all'uso dell'apparecchio stesso.

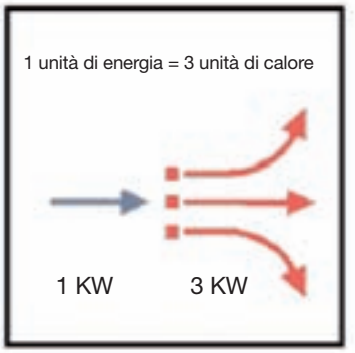
Sull'etichettatura devono essere indicate:
- Nome e marchio del costruttore.
- Identificazione del modello.
- Classe di efficienza energetica del modello. Essa è visualizzata sulla base di 7 classi che vanno dalla lettera A (con i consumi più bassi) alla lettera G (che rileva consumi più alti). Questa scala di valori può anche essere resa con una variopinta scala cromatica che va dal blu, per i prodotti più efficienti, al rosso, per quelli meno efficienti, passando dai colori intermedi verde, giallo, arancio. Più lunga è la freccia, più alti sono i consumi. Tali valori sono rapportati agli standard ottenuti dalle prove di laboratorio effettuate su modelli analoghi. In alcune etichette può comparire il simbolo "ecolabel" che la CE attribuisce ai "prodotti compatibili con l'ambiente".
- Il consumo indicativo annuo di energia, calcolato come potenza totale di immissione moltiplicato per una media di 500 ore/anno in modalità raffreddamento a pieno regime.
- La potenza refrigerante, definita come capacità di raffreddamento in kWh dell'apparecchio in modalità "raffreddamento" a pieno regime.
- Indice di efficienza elettrica "Energy Efficiency Ratio" (EER) dell'apparecchio in modalità raffreddamento a pieno regime (cioè il rapporto tra prestazioni e consumi).
- Il tipo di apparecchio: solo raffreddamento o raffreddamento/riscaldamento. La freccia di identificazione deve trovarsi all'altezza del tipo corrispondente.
- Tipo di raffreddamento: raffreddamento ad aria, raffreddamento ad acqua.

Per gli apparecchi con funzione riscaldamento si ha un'ulteriore parte sull'etichetta, dove viene riportata la potenza e la classe di efficienza energetica in modalità riscaldamento anche questa espressa su una scala da A (bassi consumi) a G (alti consumi). In questo caso si prenderà in considerazione il "Coefficient Of Performance" (COP).

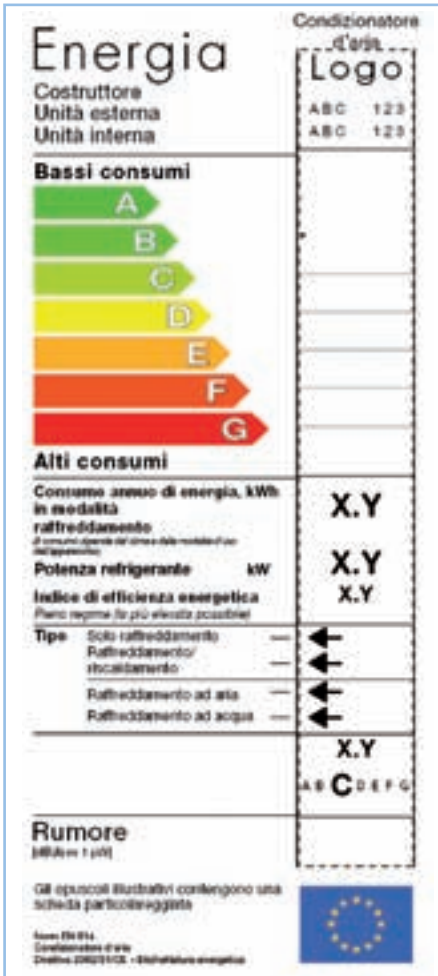
***....e per saperne di più***

La pompa di calore consuma una quantità d'energia notevolmente inferiore rispetto a quella di un sistema convenzionale di riscaldamento, a gas oppure elettrico.
Infatti uno split da 9.000 BTU/h assorbe circa 1 kW elettrico e rende 3 kW termici con un costo di energia elettrica pari a € 0.18, mentre un stufa elettrica di ugual potenza termica consuma 3 kW elettrici con costo di energia elettrica pari a € 0,54

**SISTEMA A POMPA DI CALORE**

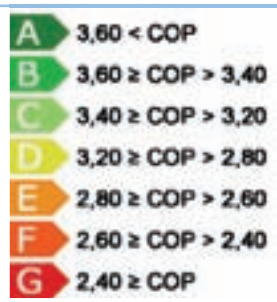


# CLIMATIZZATORI




Etichetta energetica come previsto dalla Direttiva 31 del 2002 della Comunità Europea

Indice di efficienza elettrica in modalità raffreddamento




Indice di efficienza elettrica in modalità riscaldamento

## ACCORGIMENTI AI FINI DEL RISPARMIO ENERGETICO

- Non programmare una temperatura troppo elevata (in riscaldamento) o troppo bassa (in raffreddamento).

- Evitare di installare le unità interna/ esterna in punti direttamente esposti alla luce del sole (potrebbe non svolgere al megio la sua funzione).

- Evitare di aprire e chiudere frequentemente porte e finestre; il continuo scambio termico con l'esterno ostacola il lavoro del condizionatore.

- Usare il "Timer" per l'accensione temporizzata dell'apparecchio, per evitare che il climatizzatore lavori inutilmente finché si è fuori casa.

- Usare la funzione "SLEEP" durante il periodo notturno.

## PULIZIA DEL CLIMATIZZATORE

ATTENZIONE: Prima di qualsiasi operazione di pulizia staccare la spina e disinserire l'interruttore dedicato (rischio di lesioni personali per folgorazioni).

## PULIZIA DEI FILTRI

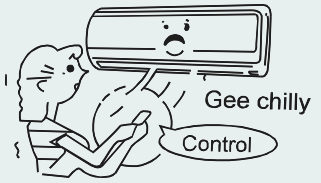
Per un buon rendimento del climatizzatore, la pulizia dei filtri è essenziale.
Per ambienti domestici è consigliabile una pulizia ogni 15 giorni.

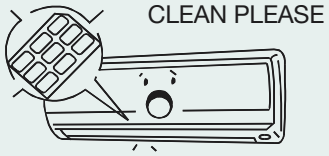
## FILTRI ANTIPOLVERE

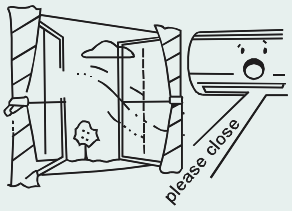
Aprire il pannello frontale spingendolo verso l'alto in corrispondenza delle "scanalature" poste ai lati.
Estrarre i filtri sfilandoli tirando delicatamente verso il basso.
Pulirli con l'aspirapolvere o lavarli con acqua tiepida e detersivo neutro.
Prima di rimetterli in posizione asciugarli bene.
Non lasciarli esposti al sole. Non far funzionare il climatizzatore senza filtri dell'aria.

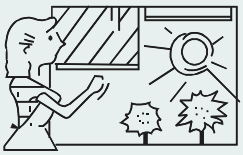
## FILTRI A CARBONI ATTIVI

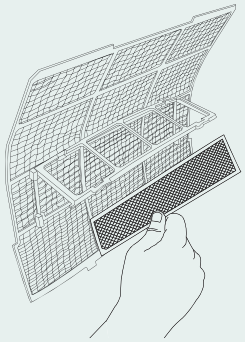
I filtri a carboni attivi, posti sotto i filtri dell'aria, assorbono dall'ambiente odori e fumi; si consiglia di sostituirli ogni 3-6 mesi.
(la durata del filtro è subordinata all'utilizzo dell'apparecchio).





# INSTALLAZIONE

L'installazione di un impianto di condizionamento dell'aria deve seguire un percorso ben preciso dalla chiamata del cliente alla messa in atto del condizionatore. Ognuno dei punti di questo iter è fondamentale per un corretto funzionamento e per una sicura soddisfazione da parte del cliente.

**IL SOPRALLUOGO**

Tutto ha inizio dopo la chiamata dell'utente con un accurato sopralluogo nella casa del cliente. In questa sede si dovrà prestare particolare attenzione alle richieste, arrivando a consigliare un particolare prodotto piuttosto che un altro. Questo viene scelto calcolando la quantità del volume della stanza che deve essere climatizzata ed utilizzando questo dato per la lettura di apposite tabelle che forniscono la potenza dell'impianto di cui si ha bisogno. Approssimativamente si usano come coefficienti:

- **100 (BTU/h)/m³** se in presenza di un **locale isolato** (quindi con sopra un altro locale) con le superfici vetrate coperte da tende e con i muri esterni isolati.
- **140 (BTU/h)/m³** se in presenza di un **locale non isolato** (quindi all'ultimo piano) con grandi vetrate prive di tende e con i muri esterni scarsamente isolati.

Solitamente si preferisce montare un impianto leggermente sovradimensionato che uno sottostimato rispetto all'ambiente da trattare. Si tenderà quindi ad utilizzare più spesso il coefficiente di 140 BTU/m3 per venire incontro ad eventuali carichi termici considerati "sporadici", ma che invece si rivelano importanti. Comunque, questa parte del lavoro è quella in cui l'installatore ha più margine di manovra, facendo dipendere la scelta definitiva dalla sua decisione. Si riporta un piccolo e semplice esempio di dimensionamento di una stanza.
Usando però il coefficiente più grande, si può avere il problema di una macchina eccessivamente sovradimensionata il ché vuol dire maggiore esborso da parte del cliente. Qui entra in gioco la competenza dell'installatore che deve valutare se l'isolamento della camera consente o meno l'utilizzo del coefficiente minore.
Se si vuole procedere ad un accurata progettazione di un impianto di climatizzazione per locali grandi e locali pubblici, caratterizzati da specifiche esigenze e frequentati da molte più persone rispetto alle strutture domestiche, vengono utilizzate le tabelle che permettono di calcolare con accuratezza il carico termico di un locale. Capite le esigenze di chi commissiona il lavoro, si dovranno disporre i vari componenti dell'impianto, perché anche questi hanno esigenze da rispettare pena le basse prestazioni. Bisogna a questo punto porre l'attenzione a dove posizionare l'unità esterna e l'unità interna, e di come collegarle senza creare problemi all'impianto. Innanzitutto è importante posizionare le unità in modo da poter facilmente accedere alle stesse, per le normali manutenzioni, controlli o addirittura per la sostituzione delle macchine stesse. Vediamo più nel dettaglio.

***Esempio***

**Si supponga di avere una stanza che abbia le seguenti caratteristiche:**
- **Lunghezza (L) = 6 m**
- **Larghezza (B)= 5 m**
- **Altezza (H)= 3 m**
- **Esposizione = locale al secondo piano con tende alle finestre e muri isolati (locale isolato).**

Si determini subito i il volume della stanza:

$V = L \times B \times H = 6\ m \times 5\ m \times 3\ m = 90\ m^3$

Si moltiplichi ora il volume della stanza per il coefficiente visto precedentemente per poter calcolare la potenza P della macchina da istallare:

$P = V \times (100\ BTU/h)/m3 = 90\ m3 \times 100\ (BTU/\ h)/m3 = 9000\ BTU/h$

Ottenuto il valore di 9000 BTU/h, si prendono i cataloghi delle macchine frigorifere e si va a scegliere quella che fa per il caso in esame. Se invece di 100 BTU/m3 si fosse scelto 140 BTU/$m^3$, si sarebbe ottenuto:

$P = V \times 140\ (BTU/h)/m3 = 90\ m^3 \times 140\ (BTU/h)/m3 = 12600\ BTU/h$

## POSIZIONAMENTO UNITÀ ESTERNA

L'unità esterna (detta anche unità "motocondensante") può essere posizionata direttamente a terra su una superficie regolare, pianeggiante e sufficientemente rigida, oppure per particolari esigenze di installazione, sollevata a muro con le apposite mensole fornite come accessorio dalle case produttrici. In entrambi i casi andranno inseriti tra i piedini della macchina e la base di appoggio dei gommini antivibranti.

In generale, per un corretto posizionamento dell'unità esterna bisogna tener presente che questa non deve essere installata:

**In un luoghi troppo angusti**
L'unità esterna non può essere posta in un luogo troppo angusto in cui lo scambio d'aria diventerebbe estremamente difficile. Sono da evitare quindi installazioni su piccoli terrazzini che al posto delle ringhiere portano muretti in cemento o altre superfici. L'aria non deve incontrare particolari ostacoli né in uscita dal ventilatore né all'ingresso dello scambiatore di calore.

**In sequenza**
In caso di vicinanza di più unità esterne si dovrà fare in modo di non farle interagire tra loro. In parole povere bisogna evitare che l'aria calda in uscita di una macchina (in raffreddamento) diventi l'ingresso di una macchina successiva.

**In luoghi esposti a forti venti**
L'espulsione dell'aria dalla bocca di uscita del ventilatore non deve essere ostacolata da venti contrari che potrebbero rendere insufficiente lo scambio termico. Ciò creerebbe un notevole abbassamento della resa frigorifera ed un aumento del lavoro del motore del ventilatore e del compressore. Pertanto è buona norma, nel caso i cui vi sia un luogo molto ventoso, posizionare l'unità esterna in modo tale che la direzione del vento favorisca il funzionamento del ventilatore.

E' buona norma non far stare la parte esterna per **lunghi periodi al sole**. Infatti, quando il condizionatore funziona in raffreddamento, la macchina ha necessità di aria fresca, altrimenti la temperatura di condensazione salirebbe eccessivamente toccando limiti inaccettabili per il funzionamento del condensatore. Nel caso in cui l'unità sia in pompa di calore, il problema si inverte poiché quando funziona in riscaldamento, la macchina ha bisogno di aria a temperatura più alta possibile, altrimenti la temperatura di evaporazione scenderebbe a valori inaccettabili. In questo caso sarà necessario trovare un compromesso tra le due esigenze anche se di solito si preferisce dare priorità al ciclo estivo.

| | Superficie | Coefficiente | totale Watt |
|---|---|---|---|
| Pareti al sole | mq | x25 | |
| Pareti in ombra e interne | mq | x8 | |
| Tetti con isolamento | mq | x18 | |
| Tetti senza isolamento | mq | x35 | |
| Soffitti con locali sopra | mq | x9 | |
| Pavimenti con locali sotto | mq | x9 | |

| Finestre o vetrate | Superficie | Senza Schermi | Schermi interni | Schermi esterni | Totale Watt |
|---|---|---|---|---|---|
| Nord-ombra | mq | x30 | | | |
| Nord Est – Nord Ovest | mq | x170 | x120 | x50 | |
| Est | mq | x250 | x160 | x70 | |
| Sud Est – sud Ovest | mq | x390 | x220 | x80 | |
| Sud | mq | x240 | x140 | x60 | |
| Ovest | mq | x450 | x280 | x100 | |
| Orizzontali (lucernari) | mq | x580 | x400 | x120 | |

| | Quantitativi | Coefficiente | totale Watt |
|---|---|---|---|
| Ricambio aria | mc/h | x5 | |
| Infiltrazione per apertura porte | n°/h | x30 | |
| Pers. Con attività normale | n° | x60 | |
| Pers. Con attività moderata | n° | x120 | |
| Pers. Con attività pesante | n° | x200 | |
| Lampade incandescenza | W | x1 | |
| Lampade fluorescenti | W | x1,2 | |
| Altri apparecchi elettrici | W | x1 | |

Tabelle per il calcolo del carico termico totale di un locale

Altra situazione assolutamente da evitare è il montaggio dell'unità esterna **dentro cortili interni a condomini o dentro verande**, per evitare di aumentare per effetto dell'eco la rumorosità percepita dagli abitanti del luogo.
Naturalmente i supporti dell'unità devono essere montati in maniera stabile e sicura al pavimento o al muro, sfruttando anche i tamponi in gomma per filtrare le vibrazioni dovute al funzionamento del compressore: questo per evitare fastidi all'utente del condizionatore ed ai suoi vicini.
In figura si riporta la sezione di un'unità esterna con la vista dei principali componenti, mentre in figura  la vista di un'unità esterna con due compressori.

## POSIZIONAMENTO UNITÀ INTERNA

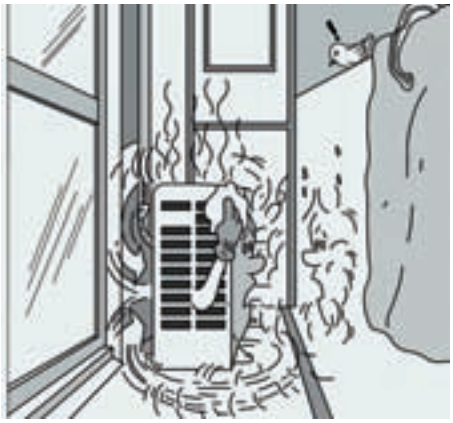
La sezione evaporante può essere posizionata direttamente a terra, fissata a muro o addirittura inserita in un controsoffitto. Anche l'unità interna ha delle esigenze che, se non rispettate, possono portare a bassi rendimenti e problemi. Prima di installare l'unità interna è necessario scegliere e valutare un'ubicazione che permetta alla corrente d'aria di circolare in tutto l'ambiente da condizionare senza creare problemi alle persone. La posizione di montaggio dipende dalla direzione del flusso di aria che colpisce gli occupanti: si consiglia di indirizzare i flussi d'aria su zone di transito. Se l'unità interna è installata davanti a colonne o sopra ad armadi, c'è il  rischio che la sonda senta un falso raggiungimento della temperatura, dovuto all'aria che impatta e torna indietro e si spenga senza aver portato il clima desiderato nella stanza.

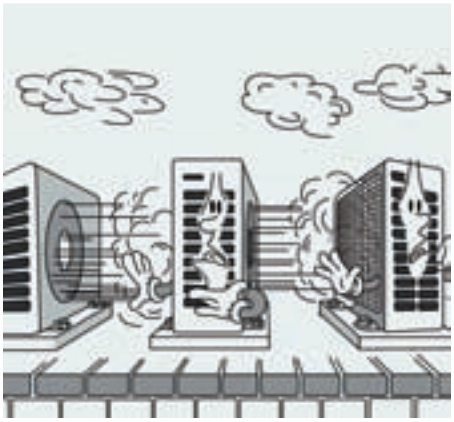
Come si può vedere dalla figura l'unità interna viene montata in alto ad una certa distanza dal soffitto e senza ostacoli nelle vicinanze.
Naturalmente, si dovrà prestare attenzione a rispettare le leggi della fisica, ricordando che l'aria calda tende ad andare verso l'alto. Inoltre, una velocità troppo alta porterebbe ad una gittata di fluido troppo lunga, con creazione di "zone d'ombra" non trattate sotto allo split.

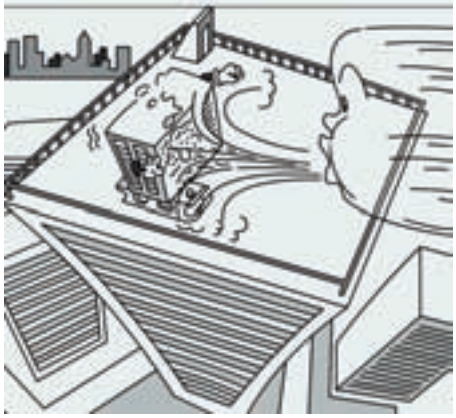
In generale, per un corretto posizionamento dell'unità interna bisogna tener presente che questa non deve essere installata:

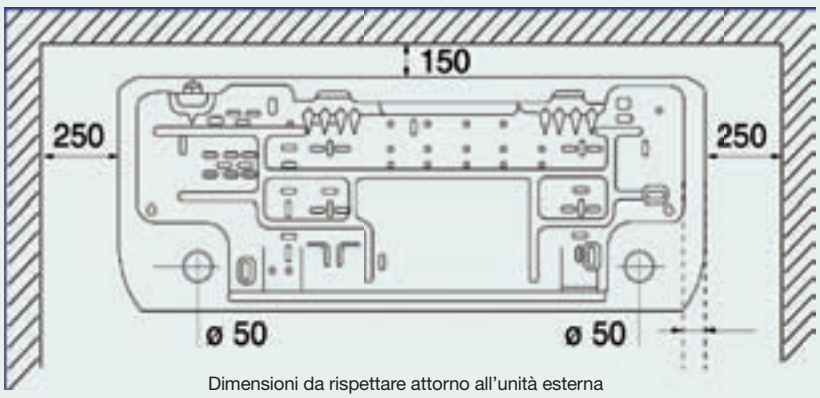
**In presenza di grassi, oli e vapore dell'aria**
Oli, grassi e vapori, se aspirati dall'apparecchio, possono aderire ai filtri, al ventilatore, allo scambiatore di calore provocando ostruzioni e deterioramento. Oltre a causare un calo delle prestazioni è possibile che si verifichi un funzionamento difettoso del climatizzatore.

**In luoghi caldi e umidi**
Se il luogo di installazione è molto caldo e umido, come ad esempio nel caso di ristoranti, il raffreddamento apportato può causare la formazione di condensa sulla bocca di espulsione aria, con gocciolamento d'acqua. Per evitare inconvenienti è necessario supportare l'azione del climatizzatore con impianti di deumidificazione o ricambio aria supplementari.

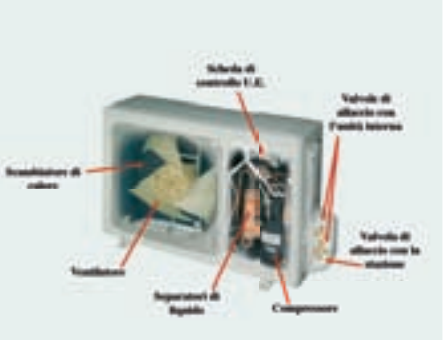








Dimensioni da rispettare attorno all'unità esterna


Sezione di un'unità esterna (il capillare non è visibile ma è dietro il compressore)

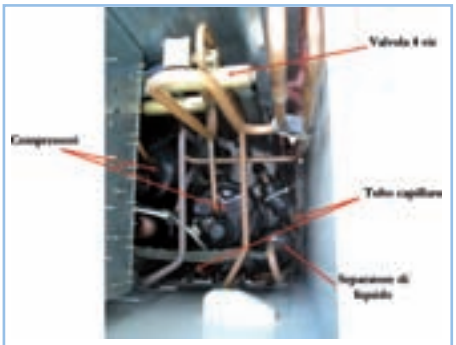
**In presenza di disturbi elettromagnetici**
Campi magnetici generati da macchinari, lampade al neon o trasformatori possono causare un funzionamento difettoso del climatizzatore o deviare il segnale trasmesso dal comando a distanza. È pertanto necessario verificare che nell'immediata vicinanza non esistano macchinari che emettono delle alte frequenze.

Tutte le unità evaporanti sono dotate di **vaschetta raccogli condensa** per lo scarico dell'acqua. Un errore di inclinazione della macchina, provocherebbe un trascinamento dell'acqua danneggiando l'abitazione del cliente. Inoltre la condotta della condensa che fluisce per gravità dalla vaschetta all'esterno deve essere posata con una pendenza tale da garantire il regolare deflusso del liquido dalla vaschetta. Per effettuare il collegamento dello scarico della condensa è consigliabile utilizzare un tubo di tipo flessibile e non un normale tubo di gomma (tubo tipo giardinaggio), poiché questo ultimo piegandosi facilmente ostruirebbe il passaggio dell'acqua. Sono quindi da evitare le risalite con il tubo dello scarico come è possibile vedere in figura.
Bisogna fare molta attenzione anche al percorso di scarico della condensa; se infatti viene collegato direttamente ad un scarico fognario, le esalazioni vengono aspirate dalla ventilazione della macchina, inquinando così l'ambiente con cattivi odori. In questo caso occorrerà sifonare lo scarico in modo da evitare la risalita di sgradevoli odori.

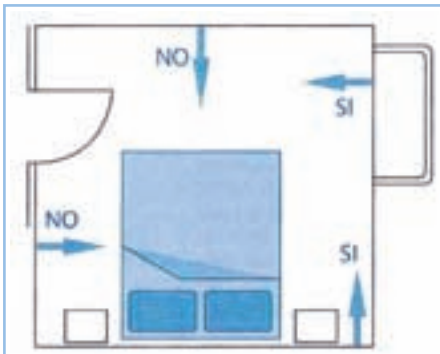
E' anche da ricordare che se la macchina è in pompa di calore l'unità interna non produrrà più condensa, ma questa si produrrà sulla macchina posta all'esterno. In figura si riporta la sezione di un'unità interna con i suoi componenti (in figura, primo piano del ventilatore tangenziale):

L'unità interna è dotata di dispositivi che permettono l'indirizzamento del flusso d'aria. Lo "swing" attiva il movimento oscillante delle alette flap, il flusso dell'aria viene diretto alternativamente dall'alto verso il basso e viceversa) per avere una diffusione uniforme dell'aria nell'ambiente. In modalità raffreddamento è consigliabile orientare lo swing verso l'alto per non avere il flusso diretto dell'aria fresca. In modalità riscaldamento è consigliabile orientarle verso il basso poiché l'aria calda tende a salire verso l'alto.

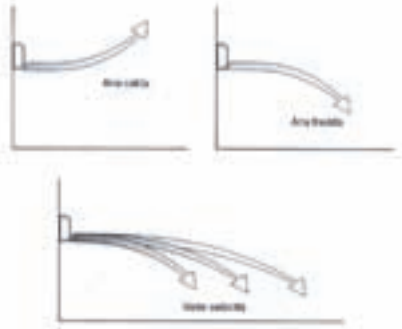
I **filtri** a rete presenti all'interno vanno lavati con sapone neutro e risciacquati periodicamente con una frequenza che dipende dal tipo di ambiente in cui il climatizzatore lavora. In più, si fa presente che nell'unità interna ci sono anche i filtri a carboni attivi che vanno sostituiti periodicamente poiché assorbono i cattivi odori, ma ne potrebbero essere la causa all'esaurimento dei loro principi attivi. Le batterie delle unità vanno trattate con prodotti detergenti anti-batterici (sulle batterie si forma legionella).



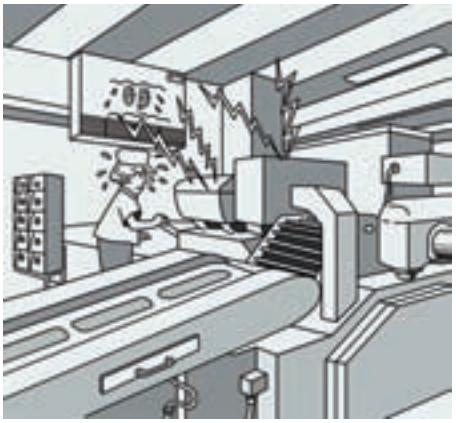
Vista interna di un'unità esterna con due compressori




Orientamento consigliato per i flussi d'aria



Diversi percorsi per i flussi d'aria



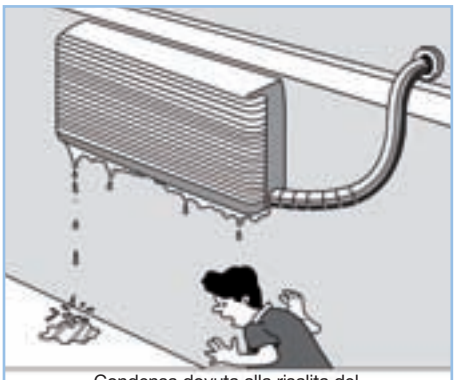
## STRUMENTI PER L'INSTALLAZIONE

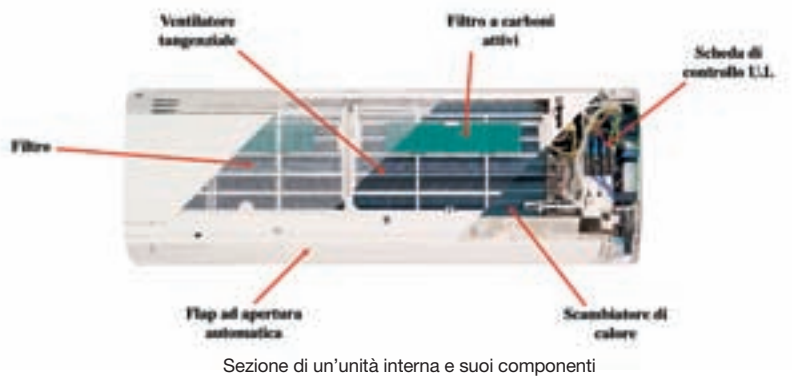
Dopo aver rispettato tutte le esigenze di cui sopra, il nostro sopralluogo è praticamente finito. Si potrà quindi passare alla fase di installazione. Allo scopo si accerti di essere in possesso di tutti gli strumenti necessari.

**Cercafughe elettronico.**
Il cercafughe assisterà l'installatore nella ricerca di eventuali perdite nell'impianto. Il funzionamento del cercafughe è semplice: emette, in condizioni normali, un suono intermittente a bassa frequenza di ripetizione che accelera quando la presa alla fine del tubo viene posta in presenza di gas. Si andrà quindi a passare la sonda dello strumento in corrispondenza di valvole di raccordo o di snodi in quanto zone a più alto rischio di perdite, rilevando eventuali fuoriuscite di fluido.

Il cercafughe ha un rendimento nettamente superiore allo stratagemma dell'acqua saponata (in cui si osserva l'eventuale formazione di bolle) in quanto riesce a rilevare fughe di entità microscopica. Per contro lo strumento ha un costo molto elevato, anche se l'accuratezza delle installazioni che consente permette l'ammortizzamento della spesa.
A volte si utilizza anche uno speciale liquido che evidenzia le perdite attraverso la formazione di bolle o schiuma.

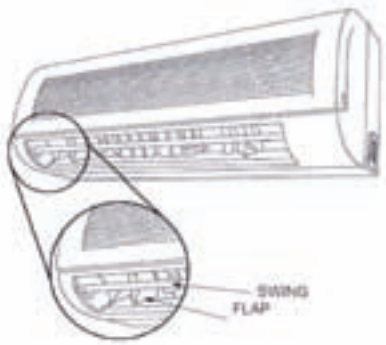
**- Pompa per vuoto**, generalmente monofase 220 V e 50 Hz, con portata nominale da 50 a 150 litri/min. Le pompe per il vuoto sono di tipo rotativo a palette in bagno d'olio a doppio stadio, normalmente con un rubinetto zavorratore, per l'eliminazione dei gas condensabili residui. Ogni stadio è costituito da uno statore e da un rotore a palette, direttamente accoppiato al motore elettrico. La pompa viene fornita senza carica di olio; quest'ultimo viene fornito separatamente in un flacone e può essere minerale nel caso di gas R22 o sintetico nel caso di R134a, R407C, R410A.
**- Gruppo monometrico.** Il gruppo monometrico è costituito da un collettore sul quale, normalmente, sono montati 4 attacchi e 2 manometri: uno di alta pressione (colore rosso con scala 0÷35 bar) e uno di bassa pressione (colore blu con scala 1÷17 bar). Nel caso di R410A in cui le pressioni di lavoro sono più elevate, le prese del gruppo manometrico sono state modificate nelle dimensioni in modo da evitare carichi accidentali con altri tipi di refrigerante.


Condensa dovuta alla risalita del tubo di scarico



Sezione di un'unità interna e suoi componenti

Ventilatore tangenziale dell'unità interna



Particolare delle alette swing e flap

Filtro elettrostatico e, in primo piano, la fascia del filtro a carboni attivi

# CLIMATIZZATORI

**Taglia tubo.**
È una specie di morsa dotata di una lama circolare che permette di tagliare il tubo; man mano che il taglio diventa più profondo, bisogna stringere sempre di più la morsa fino al taglio completo.

**Cartellatrice per tubi.** È composto di due parti: una parte presenta dei fori di vari diametro nei quali va inserito il tubo da cartellare; l'altra parte è munita di una punta che va inserita all'interno del tubo in modo da deformarlo verso l'esterno (cartellatura).

**Piegatubo.** E' un attrezzo che viene utilizzato per piegare i tubi, in caso si desiderino dei percorsi curvi. Sfrutta il principio delle leve, applicato su un punto di appoggio.

**Pinza schiacciatubo.** E' una pinza che serve per schiacciare il tubo nelle parti desiderate.

**Pettine per alette.**

**Termometro con sonda a contatto.**
E' un termometro che si utilizza per misurare la temperatura di un corpo attraverso il contatto di un sensore con il corpo in

**Dati tecnici**

- Controllo a microprocessore
- Sonda in acciaio inox 35,5 cm
- Allarme sonoro e visivo a Led
- 7 livelli di sensibilità
- R22-R134a-R407C-R410A
- Rileva perdite anche in ambienti contaminati
- Pulsante di controllo carica delle batterie

Cercafughe elettronico

Rilevatore fughe di gas.

Pompa da vuoto a doppio stadio

Gruppo manometrico

Attrezzo taglia tubo

esame. Viene utilizzato per la misura del sottoraffreddamento e del surriscaldamento, ma anche per misurare l'aumento di temperatura dei tubi dell'impianto.

**Pinza amperometrica digitale.**

**Sbavatubo.**

**Estrattore per valvole di servizio**.

Attrezzo cartella-tubi smontato

Pinza piegatubo

Pinza schiacciatubo

Pettine per alette

Termometro a contatto

Pinza amperometrica

Svasatubo

Estrattore per valvole termostatiche

## COLLEGAMENTO TRA LE UNITÀ INTERNA ED ESTERNA

Il collegamento tra l'unità esterna e quella interna avviene attraverso due tubi ed una serie di cavi elettrici.

## COLLEGAMENTO DELLE TUBAZIONI

**Tubo di mandata in cui circola il liquido**. Il tubo di mandata è quello dotato del diametro minore ed è incaricato di portare il refrigerante liquido a bassa pressione all'unità interna. Infatti, allo stato liquido, il refrigerante occupa meno volume a parità di massa. L'intento è quello di far avvenire lo scambio termico solo nello scambiatore di calore ed è per questo che si dovrà porre particolare attenzione alla coibentazione; infatti, il refrigerante all'interno di detto tubo si trova ad una temperatura di circa 2°C, tendendo quindi ad assorbire calore dall'esterno. Inoltre, in caso di formazione di condensa sul tubo, si possono ottenere gocce con relative macchie e danni.

**Tubo di ritorno in cui circola gas**.
Il tubo di ritorno, per lo stesso motivo fisico sopra esposto, è dotato di un diametro più grande dato che al suo interno circola il refrigerante divenuto gas. L'isolamento di questo tubo è meno complesso di quello del tubo di mandata: deve essere solo sufficiente ad evitare formazione di condensa ed indesiderati surriscaldamenti del gas prima del suo arrivo al compressore.

Sarà buona norma, per un installatore scrupoloso, portarsi sempre dietro alcuni metri di tubi di diametri differenti, data la dipendenza della grandezza del tubo dal refrigerante utilizzato. I tubi per l'R410 sono per esempio più piccoli di quelli per l'R407, che sono comunque più spessi degli altri date le superiori pressioni di lavoro del fluido. Come si può vedere dalla tabella, i tubi non esistono di ogni diametro, ma solo di alcuni cosiddetti normati.

Per collegare i tubi alle due unità sarà necessario procedere alla modifica della loro parte finale, cartellandola. La figura riassume il processo (colonna di destra) e gli eventuali problemi che possono sorgere (colonna di sinistra) dal mancato rispetto delle norme di esecuzione.
I tubi devono essere di ottima qualità, adatti per la refrigerazione e puliti poichè anche piccolissime impurità che riescono ad entrare nel circuito della macchina finirebbero per andare a rovinare il compressore o ad ostruire il foro del gas capillare (il suo diametro è inferiore al millimetro) causando il blocco della macchina o altri malfunzionamenti. Infine ogni tubo deve essere isolato singolarmente con isolante a cellule chiuse per utilizzo frigorifero di diametro e spessore adeguato. In condizioni normali basta uno spessore di 6 mm o 9 mm. Comunque, oggigiorno, esistono in commercio ottimi tubi preisolati in rotoli da 50 m di vari diametri, venduti (e da conservare) sigillati.

**Diametro delle tubazioni.**
I diametri devono essere quelli previsti nel "manuale d'installazione", per ogni modello del condizionatore. Le tubazioni di rame devono essere di spessore adeguato onde evitare possibili esplosioni specialmente con i nuovi gas in sovrapressione.

**Lunghezza delle tubazioni.**
Tutti i climatizzatori split hanno una lunghezza massima per le tubazioni di collegamento riportata sul manuale d'installazione. Questo perché il refrigerante nel suo percorso lungo il circuito spende una parte della sua energia per vincere l'attrito e le perdite di carico. Queste ultime sono maggiori in corrispondenza di raccordi, valvole, curve e variazioni di diametro, mentre sono ridotte lungo i tratti di tubo rettilinei. In questa maniera si perde una parte del potere del fluido a "fare freddo". È quindi prassi comune fornire una lunghezza massima sotto la quale la casa garantisce la resa e la regolarità di funzionamento: in genere, l'unità motocondensante è prevaricata con una quantità di refrigerante tale da assicurare un corretto funzionamento per 4 m.

| DIAMETRO NOMINALE | DIAMETRO (mm) | SPESSORE (mm) |
|---|---|---|
| 1/4" | 6,35 | minimo 0,80 |
| 3/8" | 9,52 | minimo 0,80 |
| 1/2" 1 | 2,7 | minimo 0,80 |

Tabella riassuntiva sui tubi maggiormente utilizzati

Tubi di liquido vapore con diametri differenti

- Tagliare il tubo di rame solo con il taglia tubi
- Svasare le estremità
- Inserire il bocchettone nel tubo
- Eseguire la cartella, solo con gli appositi strumenti
- Avvitare il bocchettone a mano poi stringere con chiave dinamomtrica

Modifica dei tubi per il loro collegamento

Sarà possibile superare di alcuni cm queste lunghezze, prendendo però determinate precauzioni e tenendo conto che si avranno comunque delle cadute della resa frigorifera. In questi casi sarebbe opportuna la scelta di un climatizzatore di potenza superiore.
Normalmente, attaccati all'unità esterna già nella scatola si trovano i primi 1,2 metri circa di tubi di mandata e ritorno.
Quando si parla di lunghezza massima non ci si riferisce sempre alla effettiva distanza tra l'unità interna e quella esterna. La lunghezza effettiva del tubo e la distanza tra i componenti coincidono se e solo se il percorso del collegamento è perfettamente rettilineo. In caso contrario dobbiamo tenere presente che ad ogni curva corrisponde circa un metro di tubo rettilineo aggiuntivo.

***Esempio***

**Calcolare la quantità di refrigerante da aggiungere in un impianto da 9000 BTU/h come riportato in figura valutando la lunghezza effettiva.**

Dato che la lunghezza verticale ed orizzontale sono rispettivamente di 5 m e 4 m, la lunghezza totale della tubazione sarà di 9 m. Considerando la presenza della curva a gomito (a 90°) occorre aggiungere una lunghezza di tubo pari alla perdita di carico concentrata. Dalle tabelle tecniche si stima che ad una curva a gomito equivalgono circa 1 m. Pertanto, la lunghezza effettiva sarà:

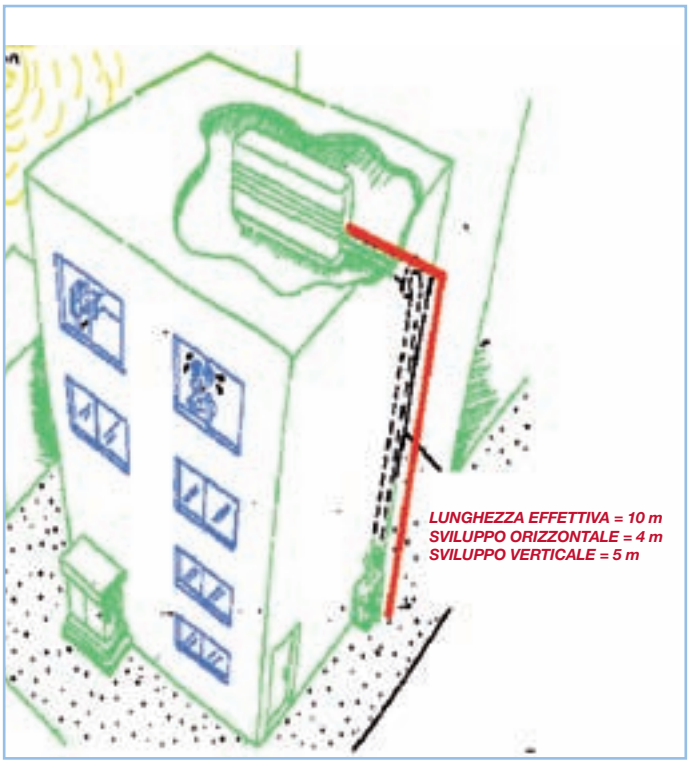
(5 m + 4 m) + 1 m = 10 m

In genere l'unità motocondensante è precaricata con un quantitativo di refrigerante sufficiente al funzionamento dell'impianto per 4 m di tubo. Nei manuali della macchina sono indicati i grammi di refrigerante da aggiungere per ogni metro di tubazione aggiuntivo. Nel caso in esame per un 9000 BTU/h questo valore risulta essere di 16 g/m. La lunghezza aggiuntiva sarà:

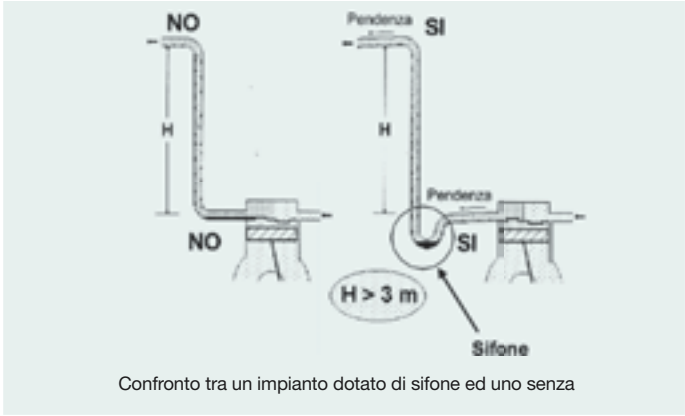
10 m – 4 m = 6 m

A questo punto la quantità di refrigerante da aggiungere è:

6 m 16 g/m = 96 g



**Il lubrificante.**
Il lubrificante circola all'interno del sistema facendo un percorso chiuso: parte dal compressore va al condensatore, viene sciolto nel refrigerante allo stato liquido, viene recuperato sotto forma di nebbia dall'evaporatore e ricondotto nel compressore.
L'olio lubrificante per compressori frigoriferi ha una predisposizione ad assorbire rapidamente umidità se lasciato a contatto con l'aria ambiente. I composti acidi, derivanti dalla presenza di acqua, si emulsionano con il lubrificante generando un deposito di particelle solide di dimensioni estremamente ridotte. Questo fenomeno chiamato sludging dell'olio (sludge = morchia, fanghiglia), penalizza notevolmente le proprietà lubrificanti.
La velocità del gas, nella tubazione di ritorno del refrigerante, deve essere almeno 6÷7 m/sec per consentire alle microgocce di "galleggiare" nella corrente gassosa ed essere così ricondotte al compressore.
A fronte di quanto precedentemente detto, una lunghezza eccessiva della tubazione di ritorno deve prevedere una pendenza che consenta alle gocce di olio liquido di tornare al compressore. Nel caso di installazione dell'unità esterna più in alto rispetto all'unità interna, il fenomeno del ritorno dell'olio diviene critico. Per i tratti verticali fino a circa 3 m non vi sono eccessivi problemi; per tratti superiori si deve ricorrere a dei **sifoni** che ricevono l'olio che cola dalle pareti. Nel sifone si formerà il cosiddetto "tappo" di olio che verrà "sparato" in alto dal gas di ritorno. E' evidente che la sifonatura della tubazione di ritorno, comporta un notevole dispendio di energia da parte del fluido, che perde parte del potere refrigerante. Bisogna quindi valutare bene se applicare questa tecnica o meno, quando non sia strettamente necessario.
In ogni caso, ogni 3 m di tubo sarebbe buona norma mettere dei "colli d'oca" per il progressivo recupero del lubrificante. In questo modo si va ad evitare la formazione di un tappo unico che può rischiare di dare grossi problemi all'impianto o comunque a diminuire drasticamente l'energia del fluido circolante. In generale, un buon installatore dovrebbe tener presente di evitare:



Confronto tra un impianto dotato di sifone ed uno senza

**Tubazioni con troppe curve**

Ogni curva della tubazione ostacola il flusso del refrigerante e ne impedisce la corretta circolazione riducendo le prestazioni del climatizzatore (ogni curva poi aumenta il tratto rettilineo di circa 90 cm). È opportuno evitare di realizzare troppe curve sulle tubazioni.

**Curve troppo strette sulle tubazioni**

Curve di raggio troppo ridotto, impediscono il normale flusso del refrigerante riducendo le prestazioni del climatizzatore. Inoltre il compressore è sottoposto ad uno sforzo maggiore con rischio di rottura.

**Dislivelli eccessivi tra le due unità**

Quando il dislivello tra le due unità è superiore a quanto consentito dalla casa madre, è possibile avere problemi di resa frigorifera e di non ritorno dell'olio di lubrificazione del compressore.

**Errato collegamento delle tubazioni**

Se i raccordi a cartella non sono stati realizzati correttamente, possono verificarsi fughe di refrigerante che rischiano di danneggiare il condizionatore. Anche il serraggio dei raccordi è importante per la tenuta. Un serraggio eccessivo rischia di deteriorare la cartella e provocare la fuoriuscita di refrigerante. Un serraggio insufficiente potrebbe provocare comunque perdite di refrigerante.

## COLLEGAMENTI ELETTRICI

**Cavi di potenza.**
Sono due cavi in cui passa l'alimentazione elettrica e sono in genere contrassegnati con le lettere L (fase) ed N (neutro) e sono di colore nero; vi è un terzo cavo T di colore giallo/verde che è il cavo di terra e che va collegato all'apposito morsetto contrassegnato dal simbolo.
Quando si lavora con i collegamenti elettrici sono due gli aspetti che bisogna tenere in considerazione:

- l'allaccio deve essere fatto ad una presa possibilmente dotata di proprio interruttore con fusibili ritardati;
- i cavi di alimentazione devono essere adeguati all'assorbimento del climatizzatore.

Alla stessa presa non devono essere collegati altri elettrodomestici per evitare surriscaldamenti del filo e possibili stacchi di corrente da parte dell'interruttore di sicurezza. Inoltre si deve controllare che il collegamento di terra sia efficiente, in caso contrario si dovrà avvertire il cliente che il suo impianto deve essere messo in sicurezza a norma della legge 46.

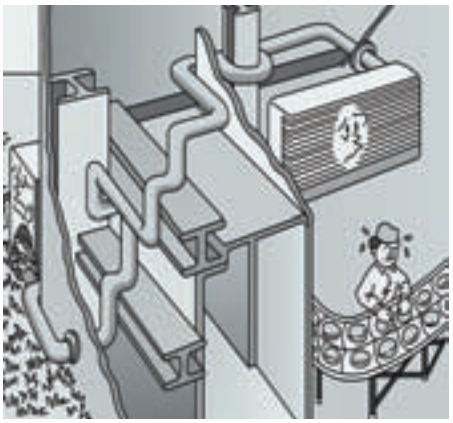
**Cavi di controllo.**
Questi cavi sono tre o più fili (a seconda della marca e del tipo di impianto che si ha di fronte) che possono avere varie denominazioni e colori. Sono solitamente di diametro inferiore rispetto a quelli di potenza, ma hanno un importante ruolo nel corretto funzionamento dell'impianto. Per questo motivo bisogna porre particolare attenzione nel collegare i fili ai relativi morsetti delle due unità. Ad esempio, il cavo che parte dal morsetto 1 dell'unità esterna deve arrivare al morsetto 1 dell'unità interna. Un'inversione dei collegamenti porterà a malfunzionamenti.
In figura si riportano i collegamenti elettrici e delle tubazioni tra unità interna (visibile in figura) ed esterna.

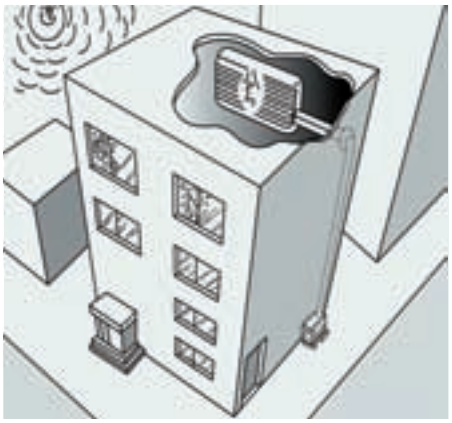
## ESEMPIO PRATICO DI MONTAGGIO DI UN IMPIANTO

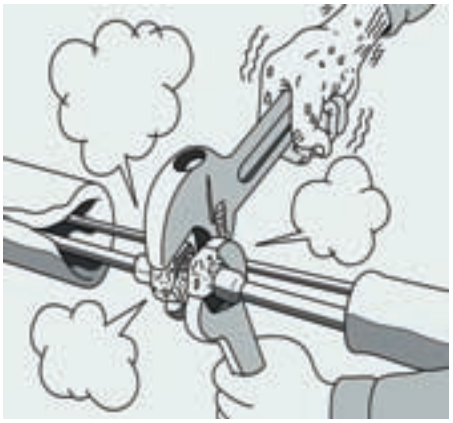
Dopo aver effettuato tutti i calcoli relativi alla lunghezza dei tubi e dei fili e preso atto che l'installazione può essere effettuata senza alcun problema, si passa al montaggio vero e proprio.
I punti di installazione scelti dovranno rispettare le distanze minime come mostrato in figura e lasciare gli spazi necessari alla circolazione dell'aria.

## COLLEGAMENTO DELLE TUBAZIONI

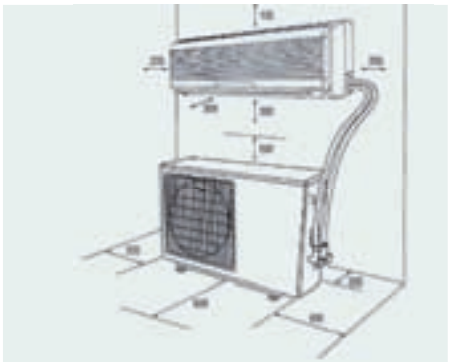
E' probabilmente una delle operazioni più importanti e delicate da svolgere nell'installazione di un impianto tipo split. Commettere errori in questa fase, porterebbe al manifestarsi di problemi nell'immediato post-installazione o dopo alcuni mesi dall'avviamento.
Si ricorda che la scelta del diametro e della lunghezza dei tubi, è vincolata alle caratteristiche della macchina e del refrigerante utilizzato. Il tutto è solitamente riportato nel manuale di funzionamento dell'impianto e non bisogna basarsi su scelte







Unità interna collegata con tubazioni del refrigerante e cavi elettrici



Misure consigliate per l'installazione

personali. Infatti, utilizzare un tubo di ritorno di diametro troppo elevato, porterebbe una perdita di energia e di velocità da parte del fluido creando problemi al flusso dell'olio lubrificante del compressore. Se invece il tubo fosse troppo piccolo, si aumenterebbero le perdite di carico con conseguente diminuzione della resa frigorifera.
La lunghezza deve rimanere sotto determinati valori per evitare, anche in questo caso, problemi alla circolazione dell'olio lubrificante e una variazione delle capacità di "fare freddo" del climatizzatore. Si può dire che a un tubo più corto corrisponde una resa maggiore della macchina. Nel caso in cui i tubi in dotazione fossero più lunghi del voluto, si può procedere al loro taglio con lo strumento specifico. Stringendo il tubo tra rotella ed arnese e ruotandolo, si arriverà al troncamento, ottenendo la lunghezza desiderata.

Per collegare i tubi alle valvole delle unità interna ed esterna si deve fare la **"cartellatura"** dell' estremità del tubo. La cartellatura si esegue con strumento specifico.

Caratteristiche fondamentali di una buona cartellatura sono il non presentare bave all'attacco e non lavorare con sfregamenti. Al serraggio sarà buona norma facilitare il bloccaggio con una goccia di olio, facendo attenzione a non farla cadere nel collegamento tubo-valvola per evitare che il lubrificante, essiccandosi, crei una perdita di aderenza ed una fuoriuscita di refrigerante.
Dopo il collegamento i tubi verranno avvolti in strati coibentanti separati (se non già installati dalla fabbrica) tra liquido e vapore, per scongiurare passaggi di calore tra i due e quindi perdite di capacità frigorifera oltre a possibili problemi al compressore per lo scompenso di pressioni che si viene a creare. Infine, i due tubi coibentati potranno essere legati con fascette tra di loro e con i cavi di controllo, creando un unico fascio di passaggio di facile posizionamento.
Durante tutto il montaggio della linea frigorifera, sarà bene evitare contatto dei tubi con agenti atmosferici e sporcizie varie che potrebbero andare a otturare parti dell'impianto aumentando il carico sul compressore. Quindi, prima del collegamento, sarà buona norma soffiare le tubazioni con gas inerte come l'azoto, ma mai con l'ossigeno che, a contatto con l'olio e ad alta pressione, potrebbe causare un'esplosione.
Ultimo collegamento da effettuare sarà quello per lo **scarico della condensa**. Per questo fine saranno da evitare i semplici sifoni da giardinaggio, facilmente comprimibili e quindi passibili di restrizione della sezione. Per facilitare l'evacuazione dell'acqua il circuito di scarico dovrà avere una pendenza di almeno 3 cm per ogni metro della sua lunghezza, a meno di non utilizzare una piccola pompa per lo smaltimento. Un mancato rispetto di queste precauzioni porterà ad un ritorno di acqua nella vaschetta di raccolta condensa nell'evaporatore con conseguente trabocco in ambiente chiuso. Inoltre la temperatura dell'acqua di condensa sarà sensibilmente minore di quella ambiente, rendendo così auspicabile la coibentazione anche di questo tubo per evitare ulteriore condensa sulle pareti che colerebbe con conseguenti danni. Si controlli l'efficienza del circuito di smaltimento della condensa con una bottiglia d'acqua, per vedere se tutto è ben installato.
Qualora la macchina dovesse funzionare per lungo periodo come pompa di calore, sarà buona norma dire al cliente di tappare il foro della condensa dato che in queste condizioni l'unità interna non produrrà acqua facendo seccare il condotto che può portare cattivi odori. L'allaccio della macchina è terminata. Ora si procederà al collegamento elettrico e alla carica del refrigerante.

## COLLEGAMENTO ELETTRICO

Di norma, la linea cui si allaccerà il condizionatore deve essere separata dal resto dell'impianto elettrico con un **interruttore magnetotermico** o differenziale di tipo ritardato la cui potenzialità sia riferita alla macchina stessa. Quest'ultimo si rivelerà molto utile in caso di guasti o di interventi, permettendo di isolare elettricamente il climatizzatore. Così facendo si eviterà di privare il cliente della corrente elettrica e ci si metterà in condizione di lavorare in massima sicurezza.
Nella **scelta dei cavi di collegamento**, si dovrà evitare a tutti i costi di utilizzare dei fili di sezione inferiore (rapportata alla lunghezza) a quelli riportati sul manuale della macchina. Ciò porterebbe ad un probabile surriscaldamento del cavo con possibile esplosione dello stesso e relativo corto circuito spesso causa di incendi.
Importante è rispettare **la sequenza nel collegamento delle fasi**, poiché in molti casi ci si trova di fronte a compressori rotativi alimentati in trifase che possono girare solo in un determinato

Taglio di un tubo
con l'attrezzo tagliatubo

Cartelatrice montata (sx.) e in posizione di lavoro (dx.)

senso. Invertendo la fase si otterrebbe un funzionamento dannoso a meno che il sistema non sia fornito di dispositivo anti-inversione di fase che non permette l'accensione dell'impianto se una delle tre fasi è stata attaccata in maniera errata. Se però questa protezione è assente e si continuasse a fornire corrente, il compressore partirebbe girando al contrario rendendo poco e non venendo lubrificato dall'olio, arrivando a prevedibile rottura. Comunque, questo errato funzionamento sarebbe accompagnato da sgradevoli e strani rumori che fungerebbero da campanello d'allarme.
Ora si proceda al **collegamento** vero e proprio facendo attenzione al serraggio dei cavi tramite i morsetti dato che un cattivo collegamento può causare:

- un surriscaldamento del cavo fino a fondere;
- la combustione del cavo a causa di un cattivo contatto con la morsettiera;
- problemi di funzionamento alla macchina a causa del voltaggio non costante.

Nel caso in cui l'impianto da montare fosse un multisplit, bisognerà porre ulteriore attenzione onde evitare mancati funzionamenti e problemi. Si partirà sempre, per non sbagliare, dalle unità interne con i rispettivi fili di controllo delle unità esterne, attenendosi scrupolosamente alla numerazione presente sulla morsettiera del climatizzatore e seguendo l'impianto elettrico per il colore dei cavi.

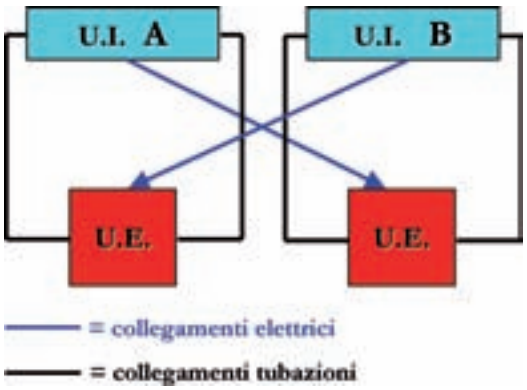
Si può stilare una sorta di elenco di mosse da effettuare per un buon collegamento:

1. dare un numero alle unità evaporanti e alle relative condensanti;
2. partire dall'unità interna (numerando anche il cavo);
3. collegare il cavo all'u.i. facendo attenzione a seguire lo schema dell'impianto elettrico;
4. svolgere il cavo attaccandolo con delle fascette ai tubi frigoriferi per ottenere un unico fascio di passaggio;
5. collegare il cavo all'u.e. facendo in modo che vi sia margine per eventuali modifiche o controlli e che non scarichi a massa da qualche parte.

Il collegamento all'unità motocondensante dovrà essere effettuato quanto prima per evitare facili inversioni di allaccio con conseguenti collegamenti errati compromettendo il funzionamento delle macchine.

***Esempio***
***Si analizzi il comportamento dell'impianto mostrato in figura dotato di due split A e B le cui due unità motocondensanti siano posizionate una di fianco all'altra (quindi facilmente confondibili).***

Avviando l'unità A, il consenso arriverà al motocompressore di B. Di conseguenza, il ventilatore dell'evaporatore A (unità interna) sarà inutilmente in funzione poiché questa operazione ha messo in circolo il fluido verso l'unità interna B. In questo modo, l'unità A non raffredderà, mentre sulla batteria dell'evaporatore B si formerà ghiaccio poiché qui arriverà refrigerante freddo, ma il suo ventilatore è fermo non permettendo scambio termico con l'ambiente. In questo modo il fluido di B tornerà liquido al compressore, provocando la rottura dello stesso.
Per evitare questo inconveniente, conviene collegare le unità una alla volta e accenderle per verificare l'operazione eseguita.




A questo punto, l'installazione "fisica" del climatizzatore è terminata. La prossima mossa da fare sarà la carica del refrigerante.

## RECUPERO E RICICLAGGIO DEI FLUIDI REFRIGERANTI

Dal famoso protocollo di Montreal le istanze internazionali hanno messo in opera una politica mirante a bandire definitivamente i CFC prima dell'anno 2000, con un arresto totale della loro produzione avvenuto il 31/12.1994. La produzione di HCFC (R22) è diminuita a partire dal 1-1-1996 per sparire definitivamente all'inizio del 21° secolo. L'arresto totale della produzione, previsto per il 2030, avverrà probabilmente nel 2015 per la pressione di alcuni Paesi (in Italia è previsto per il 2008 secondo la legge N° 179 del 16/06/1997).
Sulle istallazioni esistenti utilizzanti CFC, si dovranno adottare dei fluidi di transizione per sostituire i CFC ogni volta che sarà possibile, sapendo tuttavia che questi fluidi di transizione sono delle miscele a base di R22 e dunque destinati a sparire a medio termine.
L'importanza del recupero dei fluidi frigorigeni è quella di permettere di continuare, almeno per un breve periodo, a far funzionare gli impianti esistenti qualora si verificasse la condizione di dover intervenire sull'impianto e magari di dover reintegrare il quantitativo di fluido frigorigeno presente.

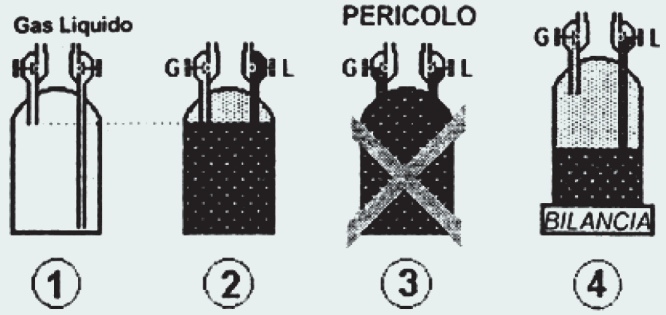
## LE BOMBOLE DI RECUPERO

Queste bombole normalmente di colore verde fluorescente o grigie, sono consegnate in vuoto dai distributori di fluido frigorigeno.
La maggior parte di queste bombole sono equipaggiate con 2 valvole di servizio. La valvola del liquido (L) è collegata con il fondo della bombola da un tubo pescante, mentre la valvola del gas (G) è regolata al livello massimo di riempimento dell'80%.
Le bombole di recupero non devono mai essere riempite oltre l'80% del loro volume, né utilizzate per recuperare un fluido diversa da quello indicato sulla bombola stessa. La pressione su una bombola sovraccarica (o caricata con un fluido non previsto) può raggiungere valori tali da provocare enormi rischi; si ricordi che a 20°C l'R12 è a 4.7 bar, l'R502 è a 10 bar e l'R23 è a più di 40 bar.
Per questo motivo è necessario conoscere o valutare prima di ogni operazione di recupero, la quantità di fluido contenuta in un impianto allo scopo di scegliere il numero di bombole di recupero sufficienti. L'utilizzo della bilancia è indispensabile per non superare mai nella bombola la quantità massima di fluido indicata in relazione al suo volume. Per i CFC usuali una bombola di recupero classica da 12 litri può contenere al massimo 12.5 kg di fluido.
Quando la bombola di recupero viene riempita eccessivamente, si può fare un leggero sfiato tramite la valvola gas per far uscire del vapore, ma poiché questa tecnica rilascia del fluido nell'atmosfera, deve essere utilizzata solamente in caso di emergenza. Se c'è del liquido che esce, significa che il livello nella bombola raggiunge o supera il livello massimo dell'80%.
Si ricorda che il fluido recuperato è destinato ad essere riciclato dunque non bisogna mai miscelare 2 fluidi differenti in una bombola di recupero, in quanto la miscela così ottenuta sarà irrecuperabile e la sua distruzione molto costosa. Il recupero del fluido dovrà preferibilmente essere effettuato allo stato liquido piuttosto che allo stato gassoso in quanto, avendo il fluido allo stato liquido maggior peso specifico, il tempo di recupero risulterà più breve (circa di 30 volte). Tale accorgimento risulterà particolarmente rilevante quando la quantità di fluido da recuperare è notevole.
Si ricorda che qualunque sia il metodo di recupero utilizzato, tutti i collegamenti con l'impianto da vuotare devono presentare la più bassa perdita di carico possibile in modo da accelerare al massimo l'operazione di recupero.

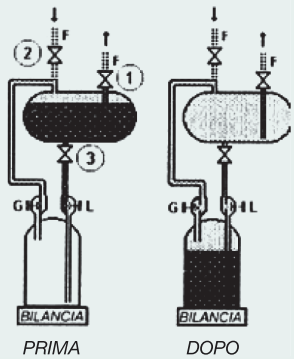
## RECUPERO DEL LIQUIDO PER GRAVITÀ

Questo metodo utilizza il principio dei vasi comunicanti ed ha il vantaggio di necessitare di poco materiale e di essere molto rapido; risulta quindi particolarmente interessante quando la quantità di fluido da recuperare è elevata.
Per utilizzare questo metodo l'impianto deve avere i seguenti requisiti:

- Deve essere presente una valvola di scarico alla base del ricevitore di liquido (riferimento 3).
- Deve essere presente una valvola di partenza del liquido (riferimento 1) che permetta di riportare tutto il fluido nel ricevitore di liquido mediante il funzionamento



Bombole di recupero



Recupero del liquido per gravità

del compressore dell'impianto.

- Deve essere presente un valvola (riferimento 2) che permetta di isolare il ricevitore di liquido.
- Si deve collegare la valvola gas della bombola di recupero (G) nella zona del gas del ricevitore di liquido.

Ovviamente è indispensabile che la bombola di recupero (scelta con la capienza adatta) possa essere sistemata sotto il ricevitore di liquido. Questa condizione, vista la progettazione della maggior parte degli impianti, limita fortemente l'utilizzo del recupero per gravità.
Se l'impianto rispetta tutte le condizioni sopra elencate, eseguiti i collegamenti e spurgato i flessibili, si dovrà annotare l'indicazione della bilancia prima di cominciare a recuperare liquido dalla valvola (3) per introdurlo nella bombola di recupero attraverso la valvola (L).
Si ricorda che nella bombola di recupero è stato fatto il vuoto, quindi occorre non toccare la valvola (G) per non vanificare il suo effetto. Il ricevitore di liquido infatti risulta essere sicuramente sotto pressione ed essendo la bombola in vuoto, ciò permette un grossa portata di liquido recuperato. Osservando la quantità indicata dalla bilancia si può constatare come all'inizio l'aumento del peso è rapido e poi si attenua fino ad annullarsi quando le pressioni del ricevitore di liquido e della bombola si eguagliano. Alla fine del processo una parte di fluido rimane comunque nel ricevitore di liquido.
Solamente quando la portata del liquido recuperato diventa troppo bassa si potrà aprire la valvola (G) della bombola di recupero che permetterà di terminare il recupero di liquido per gravità.
Quando tutto il liquido sarà travasato nella bombola, la quantità indicata nella bilancia non aumenterà più. In queste condizioni all'interno dell'impianto rimarrà comunque del gas, pari a circa il 10% della carica iniziale, dunque si dovrà terminare il recupero utilizzando un gruppo di recupero.

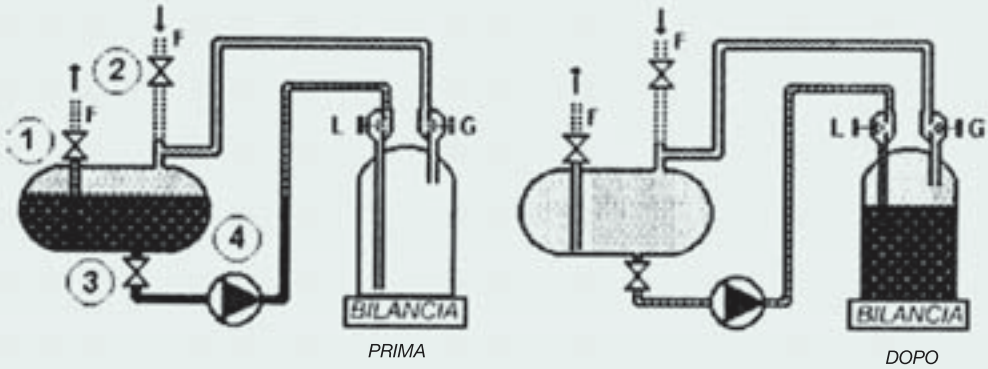
## RECUPERO DEL LIQUIDO PER MEZZO DI UNA POMPA

Quando l'impianto è dotato delle valvole necessarie ad utilizzare il metodo del recupero per gravità, ma non è possibile sistemare la bombola di recupero sotto al ricevitore, si può utilizzare una pompa per liquido.
Si fa girare il compressore per raccogliere tutto il fluido nel ricevitore, la valvola di partenza del liquido (1) sarà chiusa. Si isola in seguito il ricevitore attraverso la valvola (2) e si collega la sua zona del gas con la valvola (G) della bombola di recupero. Si collega l'aspirazione della pompa (4) sulla valvola di spurgo del ricevitore di liquido (3).
Occorre prestare attenzione alla tipologia di pompe utilizzate per il recupero: le pompe pneumatiche possono aspirare indifferentemente gas o liquido, mentre le pompe centrifughe possono aspirare esclusivamente liquido e non riescono ad aspirare troppo a lungo vapore senza danneggiarsi seriamente.
Per questa ragione nel caso si utilizzi una pompa centrifuga, essa deve essere posizionata il più possibile sotto il ricevitore di liquido e collegata con flessibili corti e di grande diametro al fine di evitare la vaporizzazione del liquido dovuta alla caduta di pressione all'aspirazione delle pompa (flash gas).
Il metodo del recupero per mezzo di una pompa di liquido è generalmente molto rapido (circa 10 kg/min), per cui la bombola di recupero si riempie velocemente e occorre fare molta attenzione alla quantità indicata dalla bilancia per non superare la capienza massima della bombola.
Quando tutto il liquido sarà travasato nella bombola, la quantità indicata nella bilancia non aumenterà più, nel caso si utilizzi una pompa centrifuga la si dovrà arrestare molto rapidamente per evitare di danneggiarla.
In queste condizioni all'interno dell'impianto rimarrà comunque del gas, pari a circa il 10% della carica iniziale, dunque si dovrà terminare il recupero utilizzando un gruppo di recupero.

## RECUPERO DEL LIQUIDO PER DIFFERENZA DI TEMPERATURA

Questo metodo sfrutta il principio della parete fredda di Watt ed ha il vantaggio di necessitare di poco materiale e si essere relativamente rapido. Richiede che l'impianto abbia i seguenti requisiti:

- Una valvola di partenza del liquido fornita di una presa di pressione (riferimento 1) allo scopo di poter




Recupero del liquido per mezzi di pompa per liquido

raccogliere tutto il liquido nel ricevitore e collegare la bombola di recupero.

- Mantenere la bombola di recupero ad una temperatura inferiore rispetto a quella del ricevitore. Bisognerà disporre di ghiaccio e di un recipiente dove riporre la bombola oppure sistemare la bombola in una cella frigorifera.

Si ricorda che alle basse temperature i materiali che costituiscono la bombola possono risultare più fragili, dunque si consiglia di non scendere al di sotto dei -20°C.

Dopo aver spurgato il flessibile (che anche in questo caso dovrà essere il più corto e grosso possibile) ed effettuato il collegamento, occorre annotare l'indicazione della bilancia.

A questo punto si può iniziare il recupero: si apre la valvola (L) ed il liquido attraversando prima la valvola (1) e poi la valvola (L) raggiunge la bombola di recupero. Grazie al vuoto presente nella bombola di recupero viene aspirata una grossa portata di liquido, dunque occorre fare molta attenzione a non rompere il vuoto presente nella bombola.

Il liquido continua quindi la sua migrazione grazie alla differenza di temperatura tra la bombola ed il ricevitore, ovviamente maggiore è lo scarto di temperatura tra questi e più veloce risulterà il recupero.

Quando tutto il liquido sarà travasato nella bombola, la quantità indicata nella bilancia non aumenterà più. In queste condizioni all'interno dell'impianto rimarrà comunque del gas, pari a circa il 10% della carica iniziale, dunque si dovrà terminare il recupero utilizzando un gruppo di recupero.

## RECUPERO DI LIQUIDO DAL COMPRESSORE DELL'IMPIANTO

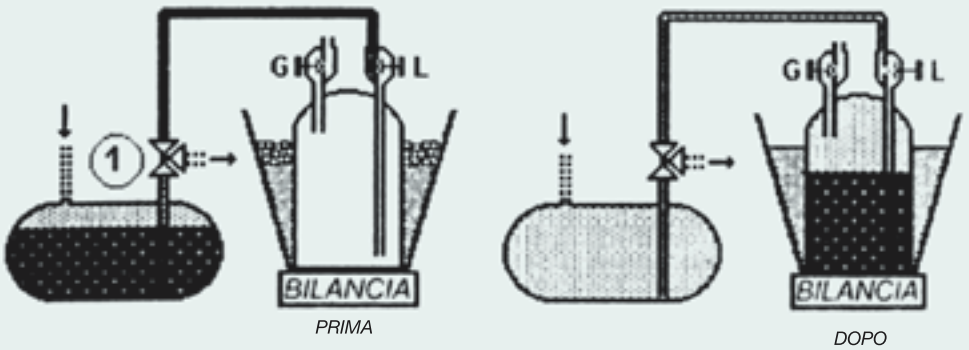
Questo metodo richiede che il compressore dell'impianto sia in fase di funzionamento, che sia possibile un collegamento sull'aspirazione e che la valvola di partenza del liquido sia fornita di una presa di pressione collegata al ricevitore in posizione chiusa (in caso contrario occorrerà aggiungere 2 valvole come visto in precedenza). Si dovrà portare tutto il liquido nel ricevitore e collegare la bombola al circuito.

Anche in questo caso si dovranno utilizzare dei flessibile corti e di grande diametro. Dopo aver spurgato i flessibili ed annotato l'indicazione della bilancia si può procedere al recupero.

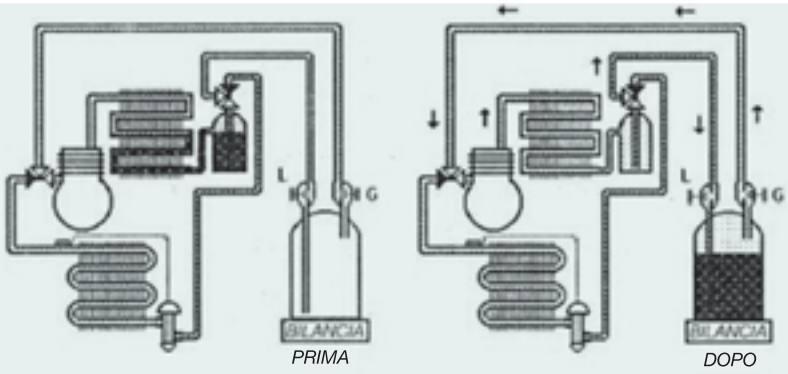
Si dovrà aprire la valvola (L) ed il liquido verrà aspirato nella bombola di recupero grazie al vuoto presente nella bombola stessa. Quando la portata di liquido si riduce, si azionerà il compressore che aspirando vapore dalla bombola di recupero lo rimanda sotto pressione nel ricevitore di liquido. In questo modo si riesce contemporaneamente ad abbassare la pressione nella bombola di recupero e ad alzare la pressione nel ricevitore favorendo l'operazione di recupero.

Si osservi inoltre che l'aspirazione del vapore avviane al di sopra della superficie libera del liquido e ciò consente di raffreddare la bombola e quindi di velocizzare il recupero.

Quando tutto il liquido sarà travasato nella bombola, la quantità indicata nella bilancia non aumenterà più. In queste condizioni all'interno dell'impianto rimarrà comunque del gas, pari a circa il 10% della carica iniziale, dunque si dovrà terminare il recupero utilizzando un gruppo di recupero.



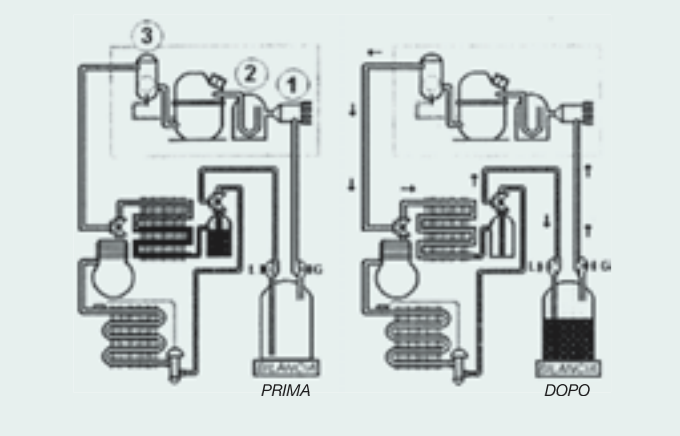

Recupero del liquido per differenza di temperatura




Recupero del liquido per differenza di temperatura

## RECUPERO DEL LIQUIDO CON UN COMPRESSORE ESTERNO

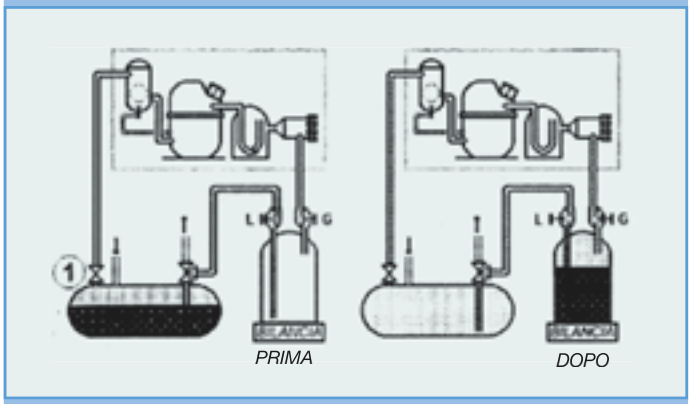
Nel caso il compressore dell'impianto non sia utilizzabile, si può procedere al recupero mediante il compressore del gruppo di recupero.
Il compressore del gruppo di recupero deve essere protetto con un filtro anti-acido (riferimento 1), da un separatore di liquido sull'aspirazione (riferimento 2) e da un separatore d'olio sul ritorno (riferimento 3). Il metodo di recupero prevede che il vapore presente nella bombola di recupero venga aspirato ed inviato nel circuito. Per questo motivo il condensatore del gruppo di recupero non deve essere in funzionamento e dovrà quindi essere fornito di valvole che ne consentano l'esclusione. Nel caso non siano presenti delle valvole per escludere il condensatore del gruppo di recupero dal circuito, si dovrà togliere l'alimentazione al ventilatore del condensatore.
Quando tutto il liquido dell'impianto sarà convogliato nel ricevitore di liquido, si potrà collegare la bombola di recupero. Per i collegamenti si dovranno utilizzare flessibili corti e di grande diametro. Dopo aver spurgato i flessibili ed annotato l'indicazione della bilancia, si può procedere con il recupero del liquido aprendo la valvola (L). Grazie al vuoto presente all'interno della bombola di recupero, una grossa portata di fluido viene aspirata nella bombola stessa.
Quando la portata di fluido diminuisce, si può azionare il gruppo di recupero: il compressore aspirando il vapore dalla bombola lo rimanda nell'impianto, in questo modo si ottiene simultaneamente un abbassamento della pressione nella bombola di recupero e un aumento della pressione nel ricevitore di liquido. Inoltre l'aspirazione del vapore al di sopra della superficie libera del liquido, permette di raffreddare la bombola di recupero; la differenza di temperatura e di pressione che si generano tra bombola di recupero e ricevitore velocizzano l'operazione di recupero.
Il gruppo di recupero non deve mai aspirare liquido, per non correre il rischio di essere gravemente deteriorato, dunque per controllare lo stato del fluido aspirato si potrà istallare una spia di liquido di grosso diametro sulla linea di aspirazione.




Quando tutto il liquido sarà travasato nella bombola, la quantità indicata nella bilancia non aumenterà più. In queste condizioni all'interno dell'impianto rimarrà comunque del gas, pari a circa il 10% della carica iniziale, dunque si dovrà terminare il recupero utilizzando un gruppo di recupero.

***....e per saperne di più***

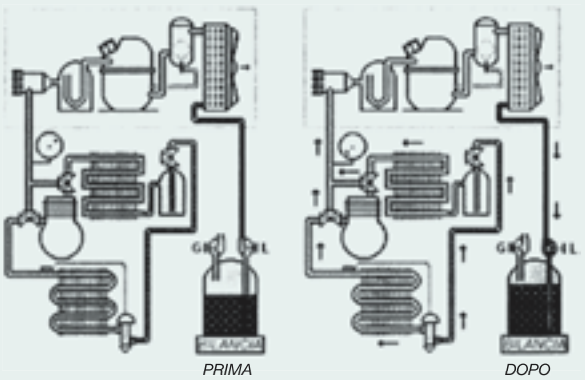
Il metodo del recupero di liquido con un compressore esterno può essere ulteriormente semplificato nel caso il ricevitore dell'impianto possegga un altro accesso in fase vapore (figura di seguito), ad esempio una valvola di spurgo per gli in condensabili (riferimento 1).




Dopo aver raccolto tutto il liquido nel ricevitore, si procederà al recupero seguendo lo schema di figura 1.8.
Si ricorda che le pompe per liquido di tipo pneumatico permettono di aspirare e comprimere del gas senza problemi come un compressore, dunque tale tipologia di pompe potrà essere utilizzata per applicare questo metodo.

## RECUPERO COMPLETO DI GAS TRAMITE UN GRUPPO DI RECUPERO

Nel caso non sia possibile avere alcun accesso sul liquido, si può recuperare il fluido presente nell'impianto in fase gassosa. Questo metodo risulta molto più lungo rispetto al recupero in fase liquida e dunque dovrebbe essere utilizzato solamente su piccole istallazioni contenenti poco fluido.
Tutto il fluido dell'impianto attraversa il gruppo di recupero che può essere aggredito da acidi (se il circuito è contaminato), da tracce di olio non compatibili con il compressore (problemi di lubrificazione) e da condizioni di funzionamento molto dure. Per queste ragioni il gruppo di recupero dovrà essere frequentemente controllato ed in particolare si dovranno sostituire le cartucce antiacido e l'olio del compressore.
Il gruppo di recupero si collega all'impianto come indicato in figura, facendo attenzione a non dimenticare il collegamento del manometro. Si consiglia inoltre l'adozione di flessibili corti e di grande diametro in particolar modo per i collegamenti sulle valvole di servizio del compressore.
Nel caso non ci sia alcuna possibilità d'accesso sull'impianto, si potrà realizzare un accesso nel punto desiderato mediante un rubinetto perforatore. Si ricorda che il compressore del gruppo di recupero non deve mai aspirare liquido, esso è dotato di un separatore di liquido che è in grado di proteggerlo da un piccolo colpo di liquido, ma non da una continua aspirazione di grosse quantità di liquido.
Nel caso sia presente del liquido nell'impianto e sapendo che il gruppo di recupero può aspirare solo gas, occorrerà far vaporizzare il liquido.
Per favorire il recupero si dovrà apportare il massimo calore al liquido. Se prima del trasferimento si raccoglie tutto il liquido nel ricevitore, il ricevitore dovrà essere scaldato. Se il liquido rimane nell'impianto e quindi nell'evaporatore e nel condensatore, sarà sufficiente far girare i ventilatori per riscaldare il liquido ed accelerare il processo di recupero.
Con questo metodo di recupero, non è dunque indispensabile portare tutto il liquido nel ricevitore, ma è necessario nel caso il liquido sia presente nell'impianto, far funzionare i ventilatori del condensatore e dell'evaporatore.
Dopo aver spurgato i flessibili e annotato le indicazioni della bilancia si possono azionare i ventilatori, in questo modograzie al vuoto presente nella bombola si potrà aspirare una piccola parte di vapore. A questo punto si metterà in funzione il gruppo di recupero: il vapore aspirato dall'impianto viene inviato al condensatore del gruppo di recupero e quindi alla bombola avendo ormai raggiunto lo stato liquido.
Il manometro permette di valutare la pressione residua nell'impianto allo scopo di decidere quando terminare l'operazione di recupero.



Recupero di gas tramite gruppo di recupero

***....e per saperne di più***

**A quale pressione bisogna fermare il gruppo di recupero?**
In linea teorica si dovrebbe raggiungere una pressione residua non superiore a 0.6 bar assoluti (-0.4 bar al manometro) se il circuito ha un volume inferiore ai 2000 litri e 0. bar assoluti (-0.7 bar al manometro) negli altri casi. In pratica al diminuire della pressione, il compressore del gruppo di recupero aspira meno gas ed il suo rapporto di compressione aumenta, di conseguenza esso si riscalda enormemente facendo intervenire le sicurezze termiche. I livelli di pressione precedentemente indicati sono dunque difficili da raggiungere.

**Il gruppo di recupero può essere utilizzato con qualsiasi fluido?**
I gruppi di recupero sono previsti per recuperare certi fluidi e non possono assolutamente essere utilizzati con tutti i tipi di fluidi. Un gruppo di recupero previsto, ad esempio per recuperare R12, R22, R500 non potrà essere utilizzato per recuperare R134a se ciò non è previsto in origine dal costruttore. La differenziazione è dovuta in particolare all'incompatibilità degli oli utilizzati per ognuno di questi fluidi.
Se un gruppo di recupero è utilizzato per diversi fluidi ammessi dal costruttore, bisogna vuotare il gruppo di recupero dopo ogni operazione ed effettuare la manutenzione consigliata dal fabbricante onde evitare di ottenere una miscela di fluidi all'interno del gruppo di recupero che oltre ad essere inutilizzabile, risulta molto costosa da distruggere.

# TECNICHE DI CARICA E REALIZZAZIONE DEL VUOTO

### STAZIONE DI VUOTO E CARICA DEL REFRIGERANTE

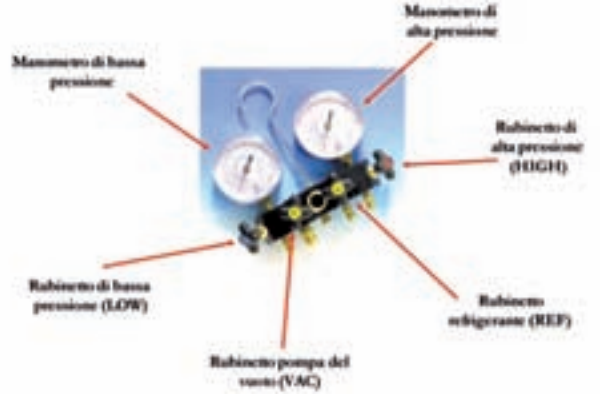
Si è visto come, già prima di finire l'installazione, sia possibile prevedere quale sarà la quantità di refrigerante da introdurre nell'impianto semplicemente calcolando la lunghezza effettiva. In caso di piccoli circuiti, è inutile portarsi dietro tutta la bombola di refrigerante perché, oltre che poco pratico, potrebbe anche rivelarsi una scelta molto pericolosa visto che il fluido è tenuto a pressione elevata e di solito è anche infiammabile oltre che dannoso per le vie respiratorie. Questo discorso non vale per l'R410A, data la sua grande pressione che non permette la carica del cilindro della stazione pena la rottura. Si consideri nuovamente la stazione di vuoto e carica del vista nel capitolo precedente.

In alto a destra si posiziona il gruppo monometrico. Siamo di fronte ad una piccola camera rettangolare divisa internamente in tre parti (dedicate rispettivamente a bassa pressione, alta pressione e parte centrale) con di solito 4 rubinetti, due manometri e quattro uscite ognuno con una specifica funzione. Per la precisione:

- **I due rubinetti più esterni** sono quelli che aprono e chiudono le parti di alta (rosso) e di bassa pressione (blu), cui sono collegati i relativi tubi e manometri.
- **I due rubinetti centrali** sono quelli della pompa del vuoto (VAC) e del collegamento al serbatoio del refrigerante (REF).
- **Le due uscite più esterne** sono quelle connesse alle parti di alta (HIGH) e di bassa pressione (LOW) che permettono il collegamento della stazione alla macchina frigorifera.
- **Le due uscite centrali** collegate alla parte centrale della camera, cui sono attaccati i tubi rispettivamente della pompa del vuoto e del cilindro dosatore o della bombola.
- **Manometro di bassa pressione** (blu) con fondo scala da 12 o 17 bar per CFC, HCFC e HFC e 30 bar per R410a.
- **Manometro di alta pressione** (rosso) con fondo scala da 30 a 35 bar per CFC, HCFC e HFC e 50 bar per R410a.

Il manometro è un semplice misuratore di pressione sul cui quadrante sono riportate anche alcune scale in gradi Celsius. Infatti è noto dal capitolo sulla termodinamica che la temperatura di cambiamento di fase di un liquido dipende dalla pressione alla quale si trova e quindi si ha una precisa corrispondenza di queste due grandezze. Pertanto, in condizioni di saturazione, misurando la pressione è possibile risalire alla temperatura di cambiamento di fase.
A volte, il sistema non consente connessioni alla parte di alta pressione, permettendo carica e controllo dello stato del ciclo solo dalla parte di bassa.
Subito sotto il gruppo manometrico si trova la pompa del vuoto ampiamente descritta nel capitolo precedente.
In basso a sinistra si trova il cilindro dosatore costituito normalmente da:

- un cilindro interno in anticorodal racchiuso da due flange per il contenimento del fluido refrigerante (può essere da 2 o 4 kg)
- un tubicino di indicazione del livello del fluido
- un cilindro esterno in plexiglas girevole che porta delle scale graduate relative ai differenti fluidi utilizzabili, per risalire attraverso la lettura del livello alla quantità in grammi contenuta
- un manometro posto sulla flangia superiore del cilindro indicante la pressione del refrigerante nel cilindro stesso
- una valvola di sicurezza per evitare rotture del cilindro in caso di eccessiva pressione all'interno.


Manometro di alta pressione
Manometro di bassa pressione
Rubinetto di alta pressione (HIGH)
Rubinetto di bassa pressione (LOW)
Rubinetto refrigerante (REF)
Rubinetto pompa del vuoto (VAC)
Gruppo manometrico a vie.

All'atto della fornitura il cilindro contiene aria che va opportunamente evacuata tramite la stessa pompa di vuoto della stazione.
I collegamenti tra la stazione di vuoto e carica con la macchina vengono effettuati tramite le cosiddette **fruste**. Queste sono dei tubi flessibili in gomma sintetica con inserzioni tessili che collegano la stazione all'impianto. Le massime pressioni di esercizio alle quali possono lavorare sono stampate sulle tubazioni stesse. La lunghezza standard è di 1,5 m. Possono essere di colore nero con identificazione rossa, blu o gialla sui collari di bloccaggio delle tubazioni ai raccordi. Il colore rosso identifica la tubazione di alta pressione, il blu quello di bassa e il giallo quella di servizio (per esempio il collegamento alla bombola). Attualmente per evitare l'immissione di refrigerante in atmosfera, i tubi flessibili sono dotati di rubinetto o valvola di ritegno per trattenere il refrigerante nella tubazione al momento dello stacco.
E' buona norma avere sempre con se tre tipi di fruste per venire incontro alle caratteristiche proprie dei gas più diffusi che determinano differenti diametri e spessori, basti pensare alle alte pressioni di esercizio del refrigerante R410A.

## CARICA DI UN IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Per eseguire una corretta carica di refrigerante di un impianto di climatizzazione domestico bisogna seguire un iter ben preciso:

- eseguire il vuoto nel cilindro dosatore
- eseguire la carica del cilindro dosatore
- eseguire i collegamenti tra la stazione di vuoto e carica con la macchina
- eseguire il vuoto nell'impianto di climatizzazione
- eseguire la carica dell'impianto di climatizzazione

## VUOTO NEL CILINDRO DOSATORE

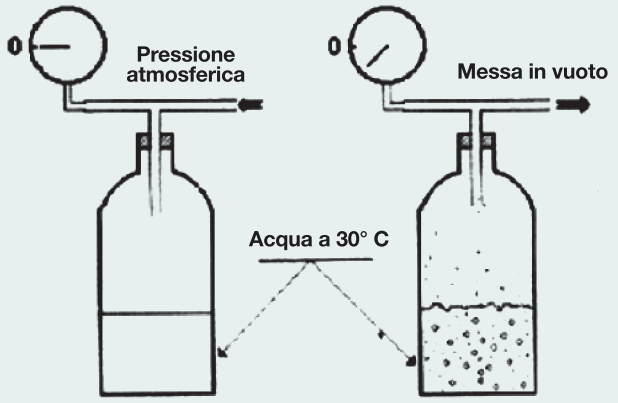
Per prima cosa bisogna accertarsi che all'interno della pompa per il vuoto sia presente il giusto livello di olio. Questo controllo viene effettuato attraverso l'apposita spia posta su un lato della pompa stessa. Da tener presente che, una volta riempita la pompa con l'olio bisognerà trasportarla in posizione orizzontale per evitare la fuoriuscita del lubrificante, dato che il tappo non è solitamente a tenuta.
A questo punto si deve:

**1.** collegare la bombola del refrigerante (il cui rubinetto deve essere assolutamente ben chiuso!!) alla stazione che inizialmente ha tutti i rubinetti chiusi
**2.** accendere la pompa del vuoto (figura 9.4) aprendo il **rubinetto zavorratore**. Lo zavorratore, collegando uno dei due rotori con l'atmosfera, farà lavorare solo uno dei due stadi della pompa facendo in modo di "sgrossare" la parte più grossolana dell'aria
**3.** attendere alcuni secondi e aprire i rubinetti della pompa (VAC), del refrigerante (REF), quello di sicurezza sul tubo attaccato alla bombola; verificare che il

***....e per saperne di più***

**Perché fare il vuoto?**
In generale, la fase di vuoto è importante per evitare il contatto del refrigerante con l'aria contenuta inizialmente nei tubi. Infatti, la miscelazione dell'aria ambiente con il fluido in opera, provoca:
- una riduzione dello scambio termico nella batteria esterna (con conseguente innalzamento della temperatura di condensazione);
- una riduzione di resa del sistema;
- un indesiderato innalzamento della temperatura di esercizio del compressore.

Elevate temperature riducono l'efficienza volumetrica del compressore, lo sollecitano in modo anomalo con il rischio di danni permanenti alla valvola di scarico, possono causare danni all'isolamento del motore elettrico e favoriscono la parziale trasformazione dell'olio lubrificante in morchia e depositi carboniosi, riducendone la viscosità.
Altro problema dato dalla presenza di aria è la quasi scontata presenza in essa di una certa quantità di vapore acqueo (**umidità**) che in esercizio potrebbe condensare ed addirittura congelare nella valvola di espansione capillare con conseguente arresto del ciclo. Si può riscontrare inoltre la sua capacità di compromettere i collegamenti elettrici con cui potrebbe venire a contatto.
Per quanto riguarda l'eventuale acqua condensata all'interno dei tubi, c'è da dire che, data la nota influenza della pressione sulla temperatura di ebollizione dei fluidi, ad una pressione di vuoto di circa 500 millitorr, essa evapora a circa -24,4°C, divenendo tutta gassosa a temperatura ambiente.



Effetto della pressione sull'acqua

rubinetto della bombola sia perfettamente chiuso
**4.** chiudere dopo alcuni secondi il rubinetto zavorratore, facendo lavorare la macchina a pieno regime
**5.** il manometro posto sul cilindro dosatore inizierà a diminuire il suo valore segno che si sta raggiungendo il vuoto desiderato. Il problema è che questo, da solo, non riesce a mostrare il grado di vuoto raggiunto dato che la sua scala è tarata per pressioni più alte. Per tal motivo, la misura del vuoto viene realizzata con un vacuometro posto sulla pompa, solitamente con una scala in Torr. In mancanza di un **vacuometro** sarà buona norma lasciar girare la pompa per circa 15 minuti, o almeno fino a quando il rumore della pompa, dal gorgoglìo iniziale, non si sarà trasformato in un semplice e silenzioso ronzio. In generale, per un normale impianto frigorifero, sarà sufficiente realizzare un grado medio di vuoto, quindi con valori compresi tra 1 e 10-3 mm Hg.

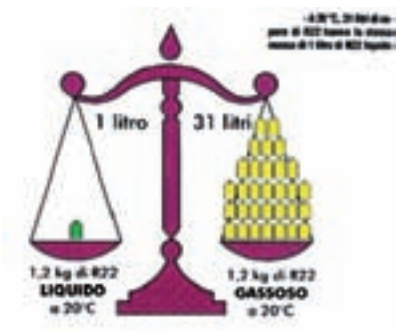
**CARICA DEL CILINDRO DOSATORE**

Una volta ottenuto il vuoto all'interno del cilindro, bisogna:
**1.** chiudere i rubinetti VAC e REF;
**2.** attendere alcuni secondi e spegnere la pompa;
**3.** aprire il rubinetto REF e quello della bombola.
Il riempimento del cilindro con il refrigerante deve avvenire il più possibile in fase liquida, sostanzialmente per due ragioni:
**> Composizione liquido/vapore**. Nelle miscele (che sono i refrigeranti oggi più utilizzati) la fase gassosa ha diversa composizione dalla fase liquida. Quindi per evitare il cambiamento delle caratteristiche del fluido si deve cercare di introdurre una sola fase, quella liquida.
**> Differente densità**. Fase liquida e fase gassosa di uno stesso fluido hanno densità molto diverse tra loro. Quindi, a parità di volume, la massa di refrigerante sarà molto maggiore nel caso del liquido. Infatti, con un volume di circa 2 litri, in fase gassosa si avrebbero circa 50 g di refrigerante contro 1 kg e oltre in fase liquida .
Per evitare di caricare troppo vapore si ricorre ad uno stratagemma: dato che all'interno della bombola ci sarà coesistenza di gas e liquido in equilibrio, se si pescasse il refrigerante da sopra si prenderebbe solo il vapore, con conseguente successiva vaporizzazione di altro refrigerante ottenendo una indesiderata carica in forma gassosa.
Se si ponesse invece il contenitore a testa in giù, si andrebbe a riempire il circuito con la fase liquida. Il liquido inizierà a riempire il cilindro per effetto della differenza di pressione, fino all'eguaglianza che bloccherà il travaso. Se la quantità non soddisfa le necessità dell'impianto, si potrà scaldare la bombola (con acqua calda o con una pistola termica, mai con la fiamma ossidrica, si correrebbero enormi rischi) per aumentare la pressione nella bombola e far ricominciare il passaggio. Dato che il gas si trova in condizioni di saturazione, basta alzare di circa un grado la temperatura della bombola per riottenere il trasferimento del refrigerante dalla bombola al cilindro dosatore.

**4.** dopo aver caricato il cilindro, si richiude il rubinetto REF.
**5.** si riscaldi (con più attenzione di prima dato che il tubo è solitamente in gomma) il tubo della bombola e la camera centrale del gruppo manometrico per ottenere la vaporizzazione del fluido, con conseguente rientro del refrigerante in bombola, che a questo punto si potrà chiudere.
**6.** scollegare il tubo flessibile dalla stazione chiudendo prima il rubinetto di sicurezza, facendo attenzione alla fuoriuscita di vapore che può provocare piccole ustioni. Per sapere quale sia il contenuto in grammi di refrigerante nel cilindro, sarà sufficiente girare il trasparente intorno al recipiente, selezionando il refrigerante e la pressione segnata dal manometro posto sopra al serbatoio.

Pompa per il vuoto bistadio

Particolare del manometro sul cilindro dosatore




Differenza di volume allo stesso peso di un fluido in due stati diversi

## COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI VUOTO E CARICA E L'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Le prese di servizio di un generico climatizzatore domestico, si presentano come mostrato in figura. Sono presenti un rubinetto di bassa pressione a tre vie ed un rubinetto di alta pressione a due vie. Il primo è fornito di:

**A)** un'uscita libera, inizialmente chiusa da un tappo filettato, alla quale verrà collegata la frusta proveniente dalla stazione di vuoto e carica; nella maggior parte degli split si ha soltanto questa uscita come unico accesso al circuito frigorifero per la vuotatura, il controllo di funzionamento, l'eventuale reintegro, il recupero e la carica di refrigerante

**B)** comando di apertura e chiusura dell'uscita D; all'interno, non visibile in quanto coperto da un tappo filettato, è presente una vite a brugola

**C)** un'entrata collegata al tubo contenente gas che proviene dall'unità interna

**D)** una via per l'entrata del refrigerante nel compressore. Il secondo è fornito di

**E)** un'uscita del refrigerante liquido proveniente dalla valvola di laminazione indirizzato verso l'unità interna

**F)** comando di apertura e chiusura dell'uscita G; all'interno, non visibile in quanto coperto da un tappo filettato, è presente una vite a brugola

**G)** una via per l'uscita del refrigerante dalla valvola di laminazione

A questo punto si deve collegare la frusta proveniente dal manometro di bassa pressione della stazione di vuoto e carica all'uscita libera A come mostrato in figura.

## VUOTO NELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Inizialmente le due vie D e G sono chiuse, come da figure; per permettere al refrigerante di rimanere chiuso all'interno dell'unità esterna e di poter fare il vuoto lungo le rimanenti tubazioni e nell'unità interna.

**1.** accendere la pompa per il vuoto aprendo leggermente il rubinetto zavorratore

**2.** dopo alcuni minuti aprire il rubinetto VAC e quello di bassa pressione LOW

**3.** dopo alcuni istanti, chiudere il rubinetto zavorratore. Il manometro inizierà a scendere e dopo alcuni secondi avrà raggiunto il fondo scala inferiore (-1 bar); l'eventuale vacuometro fornirà il valore del grado di vuoto raggiunto

**4.** in mancanza del vacuometro, attendere dai 35 ai 45 minuti con la pompa in funzione per ottenere un apprezzabile grado di vuoto; naturalmente, durante il vuoto non si dovrà mai accendere il compressore dell'impianto frigorifero

**5.** chiudere il rubinetto di sicure zza della frusta collegata all'uscita A

**6.** chiudere i rubinetti di bassa pressione LOW e della pompa VAC

**7.** spegnere, dopo pochi secondi, la pompa per il vuoto

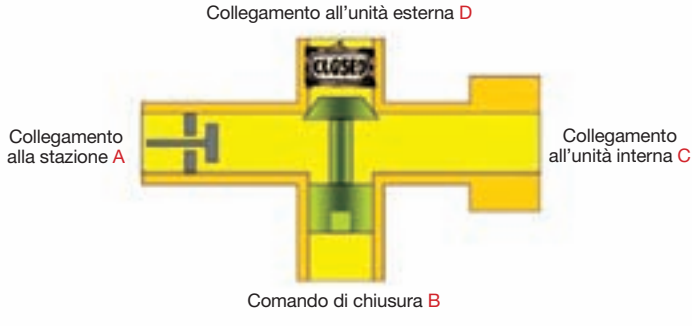
**8.** si proceda alla prova di tenuta del vuoto della

Prese di servizio della macchina

Prese di servizio della macchina

Panoramica dell'allaccio della stazione di vuoto/carica

Particolare dell'allaccio della stazione vuoto e carica all'unità estena



La via D è inizialmente chiusa

macchina lasciando l'impianto in questa condizione per almeno 5 minuti e verificando che la lancetta del manometro blu di bassa pressione non risalga dalla posizione minima raggiunta. Se la lancetta dovesse risalire significa che c'è una perdita che va ricercata e riparata. I punti più probabili sono le connessioni dell'impianto o le connessioni del tubo flessibile tra il gruppo monometrico e l'impianto.

Se tutto va bene, si procede alla carica del gas, ovvero, alla "rottura del vuoto".

## CARICA DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Per effettuare la carica di refrigerante dell'impianto di climatizzazione bisogna:

**1.** aprire la via D agendo con una chiave a brugola sul comando di apertura B

**2.** aprire la via G agendo con una chiave a brugola sul comando di apertura F

**3.** il refrigerante contenuto nell'unità motocondensante a questo punto può entrare nei tubi e nell'unità interna

**4.** dopo aver atteso alcuni istanti per permettere al refrigerante di entrare in circolo, accendere il compressore dell'impianto selezionando la funzione raffreddamento

**5.** dopo circa 15 minuti dall'accensione l'impianto funzionerà a regime

**6.** controllare la pressione di evaporazione sul manometro di bassa. Naturalmente a seconda del tipo di refrigerante avremo diversi valori: per quanto riguarda i gas R22 e R407C la pressione di esercizio in freddo deve essere 5 bar, mentre quella in caldo deve essere di circa 18 bar. Per quanto riguarda il gas R410A la pressione di esercizio in freddo deve essere 10 bar, mentre quella in caldo deve essere circa 38 bar

**7.** controllare con il cercafughe in dotazione eventuali perdite nei punti deboli dell'impianto (valvole, raccordi ecc.).

## COSA SUCCEDE SE LA PRESSIONE LETTA DAL MANOMETRO DI BASSA È DIVERSA DA QUELLA NOMINALE?

Si è detto che l'unità motocondensante al momento dell'acquisto è precaricata con una quantità di refrigerante tale da assicurare il funzionamento del condizionatore per una lunghezza "lineare" delle tubazioni di circa 4 metri. Purtroppo, nella pratica comune, le tubazioni necessitano di curve e raccordi per adattare l'impianto alla geometria dell'abitazione. Naturalmente, un aumento del numero di curve e raccordi, provocano un aumento delle perdite di carico con conseguente diminuzione della pressione di lavoro. **Pertanto è molto probabile che la pressione rilevata dal manometro di bassa sarà inferiore a quella specifica del refrigerante in uso.**

Nel caso del refrigerante R22 la pressione di evaporazione

La via G è inizialmente chiusa

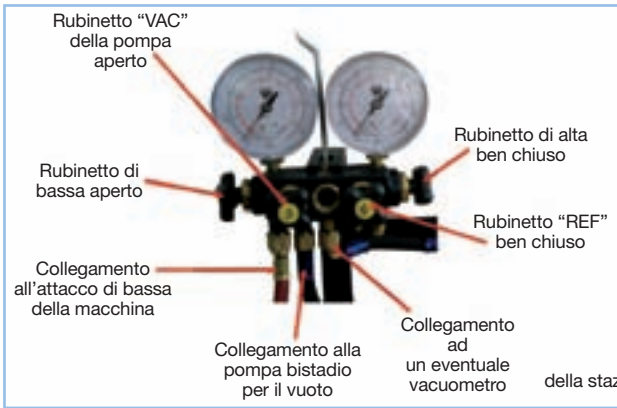
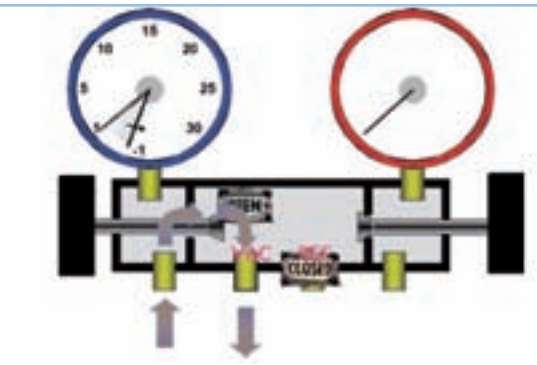

Rubinetto "VAC" della pompa aperto
Rubinetto di alta ben chiuso
Rubinetto di bassa aperto
Rubinetto "REF" ben chiuso
Collegamento all'attacco di bassa della macchina
Collegamento alla pompa bistadio per il vuoto
Collegamento ad un eventuale vacuometro

Figura riassuntiva delle condizioni della stazione di vuoto/carica durante il vuoto



Schematizzazione del percorso seguito dal fluido durante la messa a vuoto dell'impianto

deve essere all'incirca di 5 bar; per quanto detti si può leggere sul manometro di bassa una pressione ad esempio di 4 bar. In questo caso, occorrerà procedere ad un'ulteriore carica di refrigerante nell'impianto attenendosi ai seguenti punti:

**1.** aprire il rubinetto REF; la pressione di bassa rimarrà invariata al valore di 4 bar, poiché il rubinetto LOW è ancora chiuso

**2.** aprire leggermente per pochi secondi il rubinetto LOW ottenendo un repentino innalzamento della pressione indicata dal manometro di bassa dovuto all'elevata velocità con cui il refrigerante entra nel gruppo manometrico

**3.** chiudere il rubinetto LOW. La pressione tenderà a scendere fino ad un valore costante; se questo valore corrisponde a quello di evaporazione desiderato di 5 bar, l'operazione è conclusa, altrimenti ripetere più volte dal punto 2

## COSA SUCCEDE SE SI DEVE AGGIUNGERE ALTRO TUBO?

Nel caso in cui le due unità si trovino ad una distanza superiore a quella prevista dalla casa costruttrice per il corretto funzionamento, si dovrà aggiungere una certa quantità di tubazione. Questo vuol dire che il refrigerante in dotazione nell'unità motocondensante non sarà più sufficiente e si dovrà quindi procedere al reintegro di una determinata quantità di refrigerante. Nell'esempio del capitolo precedente è stato già affrontato il calcolo della quantità di fluido da reintegrare in funzione della lunghezza dei tubi e del tipo di refrigerante. Una volta determinata la massa di reintegro (per esempio 300 g) si devono effettuare i seguenti passi:

**1 a)** leggere tramite la scala graduata del cilindro dosatore il livello corrispondente alla massa di refrigerante (per esempio 1500 g)

**2 a)** Aprire il rubinetto REF

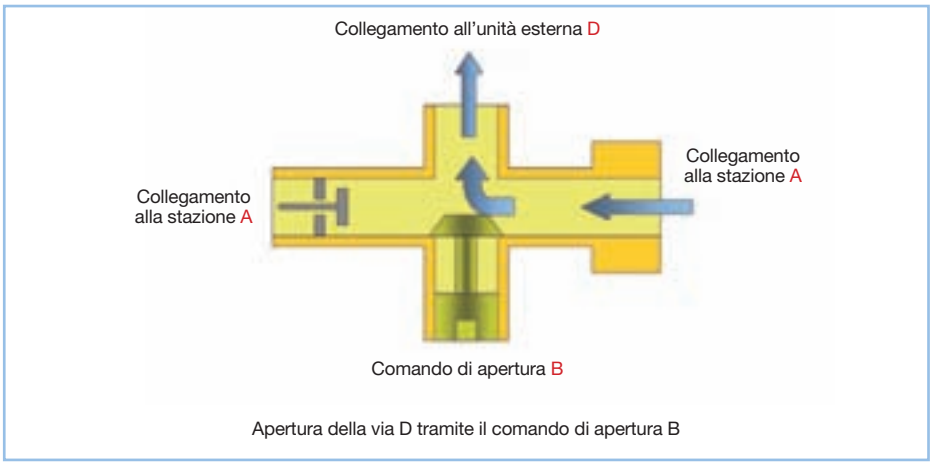
**3 a)** Aprire leggermente il rubinetto LOW

**4 a)** Attendere che il livello di refrigerante all'interno del cilindro dosatore scenda ad un livello pari a 1500 g - 300 g = 1200 g

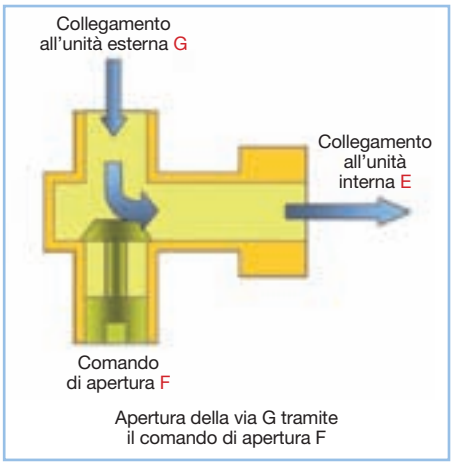
**5 a)** Chiudere i rubinetti LOW e REF

**6 a)** Controllare che la pressione di evaporazione sul manometro di bassa sia uguale a quella nominale

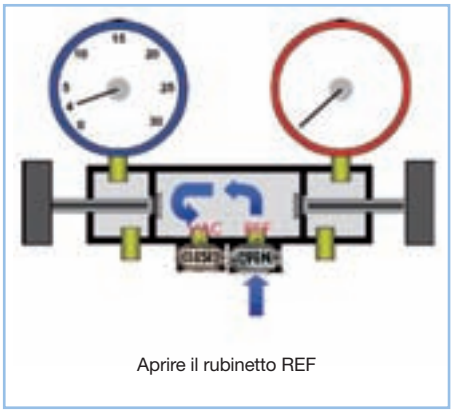
Nel caso in cui venisse meno il punto 6a, ripetere i punti 1, 2 e 3 del paragrafo precedente.

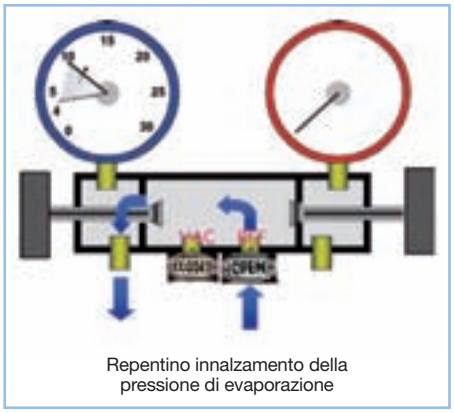


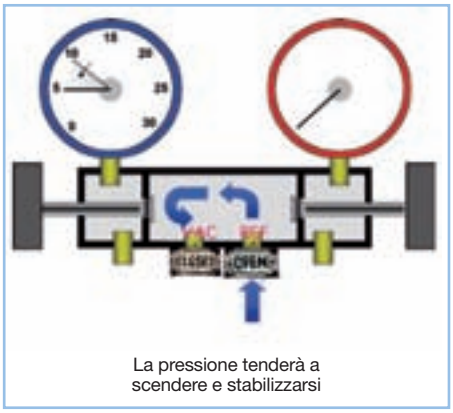
Apertura della via D tramite il comando di apertura B



Apertura della via G tramite il comando di apertura F


Aprire il rubinetto REF


Repentino innalzamento della pressione di evaporazione


La pressione tenderà a scendere e stabilizzarsi

## CONTROLLO FINALE DELL'INSTALLAZIONE

Terminata l'installazione, è buona norma controllare se la macchina sta effettivamente raffreddando. Bisogna pertanto misurare con un semplice termometro per condizionatori la variazione di temperatura (ΔT) tra aria in aspirazione e aria in uscita dall'evaporatore. Questa deve corrispondere ai valori sotto riportati.

**1. Funzionamento nella modalità raffreddamento, con ventilatore regolato alla velocità massima ed in condizioni normali;**

- Una macchina da **7000 BTU/h** dovrebbe produrre aria a temperatura circa **12°C** minore della temperatura ambiente
- Una macchina da **9000 BTU/h** dovrebbe produrre aria a temperatura circa **14°C** minore della temperatura ambiente
- Una macchina da **12000 BTU/h** dovrebbe produrre aria a temperatura circa **15°C** minore della temperatura ambiente

**2. Funzionamento nella modalità riscaldamento, con ventola regolata alla velocità massima ed in condizioni normali:**

- Una macchina da **7000 BTU/h** dovrebbe produrre aria a temperatura circa **15°C** superiore alla temperatura ambiente
- Una macchina da **9000 BTU/h** dovrebbe produrre aria a temperatura circa **17°C** superiore alla temperatura ambiente
- Una macchina da **12000 BTU/h** dovrebbe produrre aria a temperatura circa **20°C** superiore alla temperatura ambiente

Schematizzazione

***Esempio***

**Si esegua l'installazione di un condizionatore di tipo split per una stanza di un appartamento situato all'ultimo piano di una palazzina residenziale.**
**Dati di progetto:**

**- lunghezza: 5 m**
**- larghezza: 4 m**
**- altezza: 3 m**
**- esposizione parete finestrata a sud**
**- assenza di tende alle finestre**
**- presenza di un cortile condominiale**

**A. Sopralluogo**
Si determini per prima cosa il volume V della stanza:

$$V = 5\ m \times 4\ m \times 3\ m = 60\ m3$$

Per ottenere la potenza frigorifera si ricorre al solito metodo di calcolo veloce, ovvero, moltiplicando il volume della stanza per un coefficiente; nel nostro caso, considerati i dati di progetto, si sceglie il valore di 140 (BTU/h)/m3 .
Quindi:

$$Potenza = Volume \times Coefficiente = 60\ m3 \times 140\ (BTU/h)/m3 = 8400\ BTU/h$$

Da catalogo si sceglie il primo split con potenza superiore a quella calcolata; nel nostro caso si prenderà uno split da 9000 BTU/h.

**B. Posizionamento delle unità**
Siccome la stanza è all'ultimo piano ed è presente un cortile condominiale, l'unità esterna dovrà per forza essere posizionata sul tetto

In base alla geometria della casa si dovrà determinare la lunghezza dei tubi e il numero di curve necessarie.
Questi dati servono per determinare la lunghezza effettiva dei tubi e di conseguenza la quantità di refrigerante da reintegrare. Supponiamo che da questa analisi risulta
- numero di curve a 90°: 2 (ogni curva equivale a circa 1 m lineare di tubo)
- lunghezza totale: 6 m
- lunghezza effettiva: 6 m + 2 m = 8 m

Dal catalogo della macchina si legge quanto refrigerante per metro di tubazione aggiuntivo deve essere integrata al valore di precarica dell'unità motocondensante. Nel caso in esame risulta 16 grammi per ogni metro (16 g/m). Alla lunghezza effettiva va sottratto il valore teorico dovuto al precarico di refrigerante (4 m) ottenendo:

$$8\ m - 4\ m = 4\ m.$$

Pertanto la quantità di refrigerante da integrare sarà:

$$massa = 16\ g/m \times 4\ m = 64\ g$$

**C. Collegamento delle unità (vedi relativo paragrafo)**
**D. Vuoto e carica del condizionatore**
- vuoto e carica del cilindro dosatore (questa operazione viene effettuata di solito in luogo diverso da quello dell'installazione). Per il nostro caso supponiamo di avere già un livello di refrigerante in massa pari a 500 g.
- vuoto dell'unità interna e delle tubazioni (vedi relativo paragrafo)
- apertura dei rubinetti dell'unità esterna per mettere in circolo il refrigerante precaricato
- reintegro dei 64 g di refrigerante tenendo presente che il livello deve arrivare a 500 g – 64 g = 436 g.
- controllo della pressione di evaporazione ed eventuale reintegro.
- controllo dei $\Delta T$ dell'aria in ingresso ed in uscita delle unità. Nel caso esaminato (climatizzatore da 9000 BTU/h), si deve ottenere un valore di 14 °C

## E SE SI VOLESSE SPOSTARE IL CONDIZIONATORE?

Può capitare di essere chiamati da un cliente che desideri spostare un'unità interna o una esterna dall'attuale posizione ad un'altra. Si proceda come di seguito:

**1.** collegare la stazione di vuoto e carica all'impianto senza agire su nessun comando di apertura e chiusura
**2.** accendere il compressore del condizionatore
**3.** lasciare girare l'impianto per alcuni minuti, controllando la pressione di evaporazione sul manometro di bassa
**4.** iniziare a chiudere i due rubinetti a piccoli passi attraverso le viti a brugola, serrando maggiormente quello di mandata e lasciando sempre un po'più aperto quello di ritorno
**5.** controllare il manometro di bassa pressione che, a questo punto, inizierà a segnare valori sempre minori. Quello che sta succedendo è molto semplice: il compressore da un lato aspira e dall'altro comprime; quindi, chiudendo la mandata questo aspirerà tutto il refrigerante dell'impianto all'interno dell'unità esterna
**6.** chiudere completamente il rubinetto di mandata
**7.** aspettare ancora pochi secondi con il rubinetto di ritorno leggermente aperto
**8.** chiudere velocemente e "molto bene" tutto il rubinetto a tre vie quando il manometro segnerà una pressione molto prossima al vuoto (lancetta al minimo fondo scala)
**9.** dopo pochissimi secondi spegnere il compressore dell'impianto di condizionamento. Se si è da soli, dato che si sta lavorando sull'unità esterna, non sarà possibile spegnere l'impianto con il telecomando poichè ha il sensore posto sull'evaporatore interno. In questo caso si può staccare il filo di alimentazione del compressore, riattaccandolo poi a spostamento avvenuto. Si sarà scongiurata così la bruciatura del compressore che non può lavorare sotto vuoto
**10.** staccare l'interruttore di collegamento del climatizzatore all'impianto elettrico
**11.** staccare i collegamenti elettrici che collegano l'unità esterna e l'unità interna
**12.** staccare le tubazioni
**13.** procedere allo spostamento vero e proprio

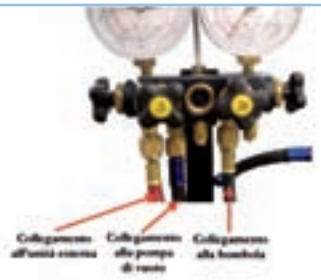
Distacco del cavo elettrico del compressore per evitare la sua bruciatura

Ora tutto il refrigerante si trova nell'unità esterna, come se l'impianto fosse appena uscito dalla fabbrica. Prima di procedere nuovamente all'installazione è prassi pulire l'unità interna con dell'azoto che consente di eliminare dall'impianto i residui di lubrificante ed eventuali sporcizie. Nel caso in cui si desiderasse riutilizzare i vecchi tubi appena smontati, si dovrà procedere al loro lavaggio, sempre utilizzando un gas inerte.
Pulita la macchina, dopo aver ripristinato tutti i collegamenti, si procederà al vuoto e carica come se il climatizzatore fosse nuovo.

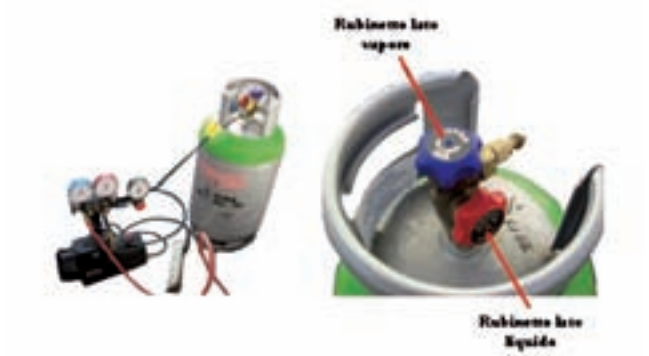
## UN CASO PARTICOLARE: IL REFRIGERANTE R410A

Il refrigerante R410A è caratterizzato da elevate pressioni di funzionamento. Per tal motivo, è impossibile effettuare la carica con l'ausilio del cilindro dosatore pena la sua rottura.
Al posto del cilindro verrà utilizzata direttamente la bombola contenente il refrigerante, che verrà collegata alla stazione di vuoto e carica al rubinetto REF.
Per controllare la quantità di fluido da integrare, si deve porre la bombola su una bilancia elettronica.
Una volta effettuato il vuoto nell'impianto e messo in circolo il fluido precaricato nell'unità motocondensante, si può fare il reintegro in questo modo:

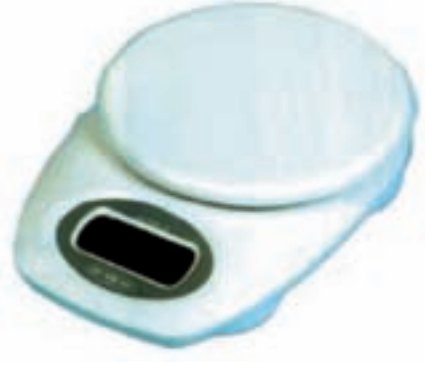
**1.** porre la bombola sulla bilancia elettronica e leggere il valore del peso iniziale
**2.** aprire il rubinetto della bombola lato vapore
**3.** aprire il rubinetto REF
**4.** aprire leggermente il rubinetto LOW e controllare che il valore del peso della bilancia inizi a scendere
**5.** chiudere il rubinetto LOW quando il peso avrà un valore pari al valore iniziale meno la quantità di refrigerante da reintegrare
**6.** controllare sul manometro di bassa se la pressione di evaporazione si stabilizza intorno ai 10 bar



Collegamento della bombola di refrigerante alla stazione di vuoto e carica




Panoramica del collegamento a sinistra; particolare dei rubinetti della bombola a desta



Bilancia elettronica

Il manometro di bassa (a sinistra) si deve stabilizzare intorno ai 0 bar; in figura si hanno bar

# PROBLEMATICHE DI UN IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

## CONTROLLO DEI PARAMETRI CARATTERISTICI DI UN CLIMATIZZATORE

Per controllare il corretto funzionamento di un condizionatore si devono effettuare sull'impianto alcune misure per rilevare i principali parametri in funzionamento:

- Temperature di ingresso ($T_{I,E}$) e uscita ($T_{U,E}$) aria dall'evaporatore
- Temperature di ingresso ($T_{I,C}$) e uscita ($T_{U,C}$) aria dal condensatore
- Pressione di bassa ($P_E$) e relativa temperatura di evaporazione ($T_E$)
- Pressione di alta ($P_C$) e relativa temperatura di condensazione ($T_C$)
- Il surriscaldamento
- Il sottoraffreddamento
- L'assorbimento elettrico

La rilevazione di quanti più parametri possibile e la corretta correlazione tra di loro permette di risolvere in maniera precisa e veloce le possibili anomalie. I parametri di cui sopra vanno rilevati dopo almeno 15 minuti di funzionamento per permettere al circuito di arrivare a regime.
Le condizioni di riferimento sono quelle conformi alla normativa ISO 5151 – T1

**- In raffreddamento**
Temperatura aria esterna 35°C b.s.
Temperatura aria interna 27°C b.s. ÷ 19°C b.u.
**- In riscaldamento**
Temperatura aria esterna 7°C b.s. ÷ 6°C b.u.
Temperatura aria interna 20°C b.s

## TEMPERATURE DI INGRESSO E USCITA ARIA DALL'EVAPORATORE

La temperatura di ingresso ($T_{I,E}$) è la temperatura dell'aria misurata sull'aspirazione dell'unità interna; mentre la temperatura di uscita ($T_{U,E}$) è la temperatura dell'aria misurata sull'espulsione nell'unità interna. Queste due temperature possono essere ricavate con un termometro a contatto posto prima sull'aspirazione e poi sull'espulsione dell'unità (vedi capitolo IX per l'esecuzione).
In generale, la differenza tra ingresso ed uscita con il ventilatore alla massima potenza deve essere intorno ai 14°C±2°C in modalità raffreddamento e 17°C ±2°C in modalità riscaldamento.

## TEMPERATURE DI INGRESSO E USCITA ARIA DAL CONDENSATORE

Anche queste temperature possono essere misurate con un termometro sull'aspirazione e l'espulsione dell'aria nell'unità esterna. La differenza tra uscita ($T_{U,C}$) e ingresso ($T_{I,C}$) deve essere compresa tra 7°C e 10°C.

## PRESSIONE DI BASSA E RELATIVA TEMPERATURA DI EVAPORAZIONE

La pressione di bassa o pressione di evaporazione ($P_E$) è misurabile con il manometro blu del gruppo monometrico della stazione di carica connesso mediante il flessibile sull'unico rubinetto di servizio di bassa presente sull'unità esterna dell'impianto.
Per quanto riguarda il refrigerante R22 e R407C la pressione di esercizio in freddo deve essere 5 bar, mentre per quanto riguarda il gas R410A la pressione di esercizio in freddo deve essere 10 bar.
La pressione può cambiare sensibilmente al variare delle condizioni climatiche. In generale, in raffreddamento i valori della pressione aumentano all'aumentare delle temperature dell'aria esterna e dell'ambiente interno. Naturalmente, alla pressione di evaporazione corrisponde la temperatura di evaporazione ($T_E$), che viene letta sul manometro ed è propria di ogni fluido refrigerante. Questa temperatura servirà in seguito per il calcolo del surriscaldamento.

## PRESSIONE DI ALTA E RELATIVA TEMPERATURA DI CONDENSAZIONE

La pressione di alta o pressione di condensazione ($P_C$) è misurabile con il manometro rosso del gruppo monometrico della stazione di carica connesso mediante il flessibile sul rubinetto di servizio di alta (se presente) sull'unità esterna dell'impianto. Se il rubinetto di alta non è presente, la pressione di condensazione è possibile ricavarla collegando il manometro rosso con il rubinetto di servizio di bassa facendo funzionare la macchina in modalità riscaldamento (pompa di calore).
Per quanto riguarda i gas R22 e R407C la pressione di esercizio in freddo deve essere di circa 18 bar, mentre per quanto riguarda il gas R410A la pressione di esercizio in freddo deve essere circa 38 bar.
Anche in questo caso la pressione può cambiare sensibilmente al variare delle condizioni climatiche. In generale in raffreddamento i valori della pressione aumentano all'aumentare delle temperature dell'aria esterna e dell'ambiente interno, ed è necessario tenere conto di questo comportamento per dare significato alla misura da effettuare. Naturalmente, alla pressione di condensazione corrisponde la temperatura di condensazione ($T_C$), che viene letta sul manometro ed è propria di ogni fluido refrigerante. Questa temperatura servirà in seguito per calcolo del sottoraffreddamento.

## IL SURRISCALDAMENTO

Il surriscaldamento è la differenza tra la reale temperatura del gas aspirato dal compressore $T_A$, misurata con un

termometro a contatto sulla linea di aspirazione (tubo più grande) e la temperatura di evaporazione $T_E$ letta sul manometro.
Il valore corretto del surriscaldamento è compreso tra 4°C e 8°C. La misura del surriscaldamento è sicuramente quella che ci permette di conoscere nel modo più semplice e sicuro lo stato della carica del refrigerante presente nel circuito.
Il calcolo del valore del surriscaldamento viene eseguito in due modalità differenti a seconda del refrigerante che si sta adoperando.

**- Refrigerante puro (es. R410A)**
In questo caso il valore surriscaldamento è la semplice differenza tra il valore della temperatura misurata sul tubo di aspirazione (tubo grande) e il valore della temperatura di evaporazione letta sul manometro di bassa.

***Esempio***

**Determinare il valore del surriscaldamento avendo misurato una temperatura TA=18°C sul tubo di aspirazione ed aver letto sul manometro una temperatura TE=7°C.**

Misura della temperatura sul tubo per la valutazione del surriscaldamento

Il valore del surriscaldamento ($\Delta T_{SURR.}$) vale:
$\Delta T_{SURR.}$= TA - TE = 18°C – 7°C = 11°C

Essendo troppo alto questo valore vuol dire che si ha una mancanza di refrigerante. Prima di reintegrare il refrigerante bisogna trovare la perdita. Se il valore del surriscaldamento fosse stato minore di 4°C, vuol dire che si sarebbe avuto una carica eccessiva di refrigerante.liquido al compressore, provocando la rottura dello stesso.
Per evitare questo inconveniente, conviene collegare le unità una alla volta e accenderle per verificare l'operazione eseguita.

**- Miscele (es. R407C)**
In questo caso secondo, bisogna aggiungere il valore di + 6 °C (ovvero il glide) alla temperatura di evaporazione letta sul manometro di bassa.

*Esempio*

**Il manometro di bassa rileva una temperatura di evaporazione di 3°C. Considerato che il termometro sul tubo grande fornisce un valore di 14°C, qual è il valore del surriscaldamento?**

Il valore del surriscaldamento ($\Delta T_{SURR.}$) vale:
$\Delta T_{SURR.}$= TA – (TE + 6°C)= 14°C – (3°C + 6°C) = 5°C

Se non avessimo considerato l'effetto glide, si sarebbe avuto:

$\Delta T_{SURR.}$= TA – TE = 14°C - 3°C = 11°C

che porta sicuramente ad una interpretazione errata.

## IL SOTTORAFFREDDAMENTO

Il sottoraffreddamento è la differenza tra la temperatura di condensazione $T_C$ letta sul manometro rosso (di alta pressione) e la reale temperatura del liquido $T_L$, misurata con un termometro a contatto sulla linea del liquido (all'uscita del condensatore o all'ingresso del tubo capillare).
Naturalmente, tale procedura è giustificata se si dispone del rubinetto di servizio di alta pressione. Nel caso in cui tale rubinetto non è presente, la temperatura di condensazione verrà misurata a metà della batteria del condizionatore; in tale zona si è in presenza di refrigerante in cambiamento di fase che è la parte più rappresentativa dello scambio termico. Un valore corretto del sottoraffreddamento è compreso tra 5°C e 9°C.

***Esempio***

**Determinare il valore del sottoraffreddamento avendo misurato una temperatura TL=33°C sul tubo di ingresso del tubo capillare ed aver misurato a metà batteria del condensatore una temperatura TC=40°C.**

Il valore del sottoraffreddamento ($\Delta T_{SOTT.}$) vale:

$\Delta T_{SOTT.}$= TC – TL = 40°C – 33°C = 7°C

che è un valore accettabile.

In generale se si ha un sottoraffreddamento basso rispetto al valore di targa, questo sarà sintomo di macchina scarica, mentre se si rileva un valore di sottoraffreddamento alto rispetto al valore di targa questo sarà sintomo di macchina troppo carica.
Nella stragrande maggioranza dei casi il calcolo del sottoraffreddamento si esegue raramente a causa della non praticabilità nel posizionare il termometro all'interno dell'unità motocondensante. Per tal motivo si effettua solo il surriscaldamento.
Nei climatizzatori di ultima generazione la misura del sottoraffreddamento, del surriscaldamento e dei delta di temperatura in/out degli scambiatori di calore, vengono sempre più effettuati in tempo reale dalla macchina stessa dotata di sonde dedicate. In questa maniera l'impianto si sottopone ad una costante autodiagnosi, informando l'utente di eventuali problemi attraverso il lampeggiare di un led o (nel caso di climatizzatori di ultima generazione) con lettere e numeri che formano codici di errore. Le sonde saranno poste esattamente dove le avrebbe messe un buon installatore analizzando le prestazioni, con in più le sonde per la temperatura dei due ambienti. Tutto questo sistema di autodiagnosi è molto importante soprattutto per il corretto funzionamento degli split con inverter, che necessitano di una maggiore quantità di dati per un più efficiente dialogo tra le unità componenti il climatizzatore.

## L'ASSORBIMENTO ELETTRICO

Anche l'assorbimento elettrico dà indicazioni sulle condizioni di funzionamento della macchina e per tanto deve essere sempre rilevato. Il valore di targa è sempre riportato sia sulla targhetta che sul manuale d'installazione della macchina come:

- assorbimento in funzionamento (FLA)
- assorbimento all'avviamento (LRA)

L'assorbimento dichiarato è quello totale della macchina. Si misura sulla linea di alimentazione elettrica mediante un tester o una pinza amperometrica digitale. Si intuisce che l'assorbimento dell'unità interna è marginale rispetto all'assorbimento del compressore.
L'assorbimento del climatizzatore si può controllare, quando non indicato sui dati caratteristici, dividendo la potenza (in freddo o caldo) con la tensione di rete (230 V). Il dato che si trova è riferito ad una temperatura esterna di 35°C; quindi il valore che si rileva con la pinza amperometrica sul "neutro" del cavo di alimentazione dell'unità esterna è legato alla temperatura esterna. In parole povere, se la temperatura che si ha all'esterno non è 35°C, si andrà a rilevare un valore diverso della potenza assorbita dalla macchina.
Se il valore della temperatura esterna è diverso da quello di targa di 35 °C, bisognerà aggiungere o sottrarre il 10% della potenza di assorbimento ogni 5°C in più o in meno rispetto a questo valore.

Misura della temperatura sul tubo per la valutazione del surriscaldamento

***Esempio***

***La pinza amperometrica rileva un valore dell'assorbimento pari a 2.8 A ad una temperatura di 28°C e umidità relativa del 50%. Conoscendo i dati di targa, dire se l'assorbimento di potenza del climatizzatore è corretto.***

Dal manuale si leggono i seguenti dati di targa:

$$\frac{\text{850 W di assorbimento}}{\text{230 v di alimentazione}} \text{ X 0.9 (cos } \varphi \text{ del compressore) 3.3 A}$$

nelle condizioni:

> TAMB = 35°C
> Alimentazione = 230 V
> Umidità aria = 50%

Dato che la pinza amperometrica fornisce un valore dell'assorbimento di 2.8 A ad una temperatura di 28°C, occorrerà togliere all'assorbimento di targa una percentuale di potenza in funzione della temperatura.
Siccome la temperatura esterna è di 28°C e quella di targa è di 35°C, la differenza è 35°C – 28°C = 7°C.
Pertanto, da una semplice proporzione:

5°C : 10% = 7°C : X%

$$X = \frac{10 \times 7}{5} = 14\% \quad (15\%)$$

Cioè, si deve sottrarre circa il 15% della potenza assorbita dal dato di targa; per il caso in esame si ha:

0.15 × 3.3 A = 0.495 A
quindi:
3.3 A – 0.495 A = 2.805

Pertanto, la pinza amperometrica misura un valore corretto.

Se si ricava un assorbimento superiore a quello indicato dal costruttore, sarà sintomo di una sovrapressione e che quindi il climatizzatore potrebbe essere troppo carico di gas refrigerante. Contrariamente, trovare un assorbimento più basso di quello dato dal costruttore è sintomo che il climatizzatore potrebbe essere scarico di gas refrigerante.

***....e per saperne di più***

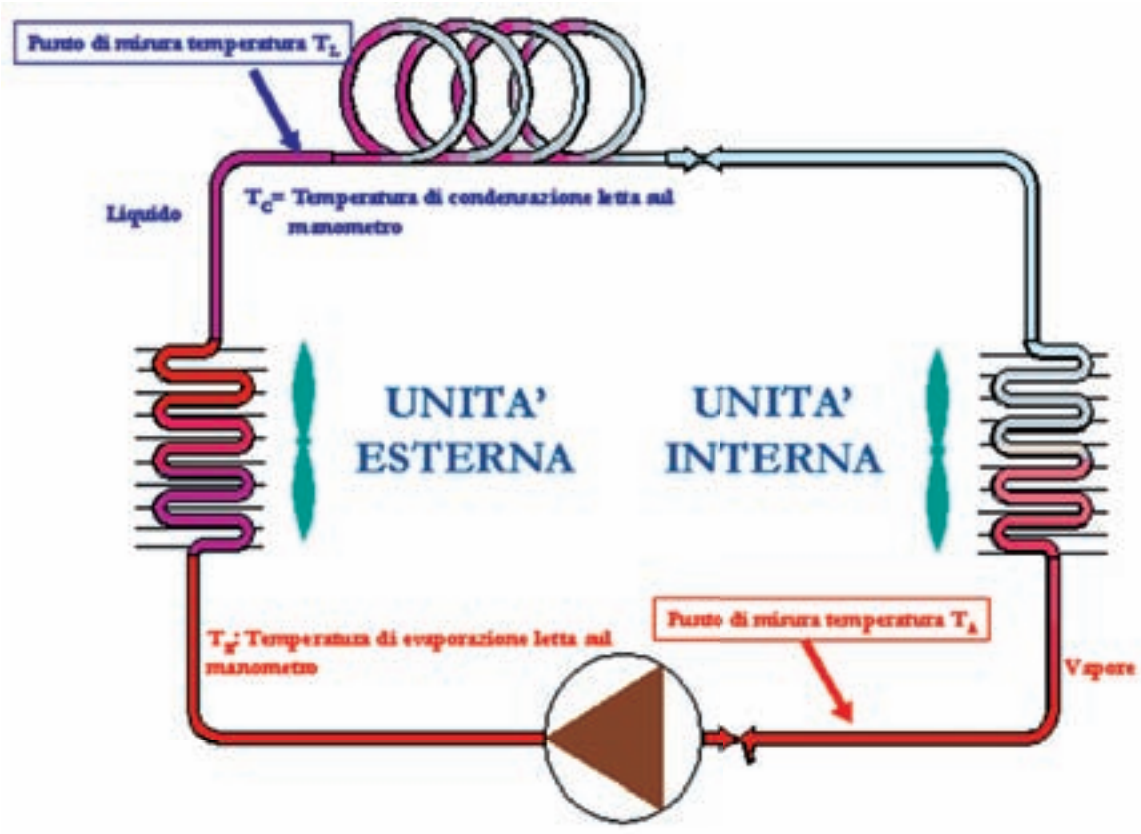
Sul mercato si trovano dei climatizzatori di ultima generazione nei quali la misura del sottoraffreddamento, del surriscaldamento e delle differenze di temperatura in/out degli scambiatori di calore, vengono effettuati in tempo reale dalla macchina stessa dotata di sonde dedicate.
In questa maniera l'impianto si sottopone ad una costante autodiagnosi, informando l'utente di eventuali problemi attraverso il lampeggiare di un led o con lettere e numeri che formano codici di errore. Tutto questo sistema di autodiagnosi è molto importante soprattutto per il corretto funzionamento degli split con inverter, che necessitano di una maggiore quantità di dati per un più efficiente dialogo tra le unità componenti il climatizzatore.

***....e per saperne di più***

Nel caso di carica insufficiente, si rileveranno i seguenti parametri:

- Differenza tra temperatura aria ingresso/uscita evaporatore minore di 12°C, in alcuni casi può ridursi a 2°C o 3°C
- Pressione e temperatura di evaporazione basse o molto basse PE:<3 bar e corrispondenti a TE:<-15°C
- Surriscaldamento alto o altissimo anche oltre 30°C
- Basso assorbimento elettrico

Questi parametri pur indicativi non danno la certezza di trovarsi nel caso proposto, difatti gli stessi "sintomi" si troverebbero a causa di un capillare ostruito o di una valvola termostatica chiusa. Il parametro che permette un'analisi precisa è il sottoraffreddamento, difatti in una macchina scarica il valore del sottoraffreddamento è basso; mentre negli altri casi sarebbe normale.




Punti di misurazione nell'impianto per il surriscaldamento ed il sottoraffreddamento

Nel caso di carica eccessiva,si rileveranno i seguenti parametri:
- Differenza tra temperatura aria ingresso/uscita evaporatore maggiore di 12°C, in alcuni casi può arrivare a 20°C
- Pressione e temperatura di evaporazione alte PE:>6,5 bar e corrispondenti a TE: >15°C
- Surriscaldamento basso o anche nullo
- Alto assorbimento elettrico

Nel caso di occlusione di un capillare si avrà che:
- Si blocca il pressostato di bassa pressione (dove previsto)
- Si abbassa l'assorbimento al compressore
- Si surriscalda il compressore (lo porta alla rottura)

Se si chiude il rubinetto del liquido sull'unità esterna. (simulazione di ostruzione su R410)
- Tubo liquido (piccolo) ghiaccia
- Pressione evaporazione -8°C
- Surriscaldamento 28°C
- Δt all'aria circa 6°C
- assorbimento elettrico non diminuisce (circa 0,1 A in meno)

Nel caso di presenza di aria nel circuito si rileveranno i seguenti parametri:
- Differenza tra temperatura aria ingresso/uscita evaporatore minore di 12°C
- Pressione di evaporazione oscilla ciclicamente tanto più frequentemente quanto è maggiore la quantità di aria presente
- Alto assorbimento elettrico

Nel caso di un colpo di liquido si otterrà che si rompe il compressore. Si ha quando:
- se dall'evaporatore esce liquido che va al compressore dato che si rammenta che quest'ultimo può lavorare solo con gas e non liquido
- se all'uscita dell'evaporatore il surriscaldamento è pari a zero (uscita liquido non gas, eccesso di refrigerante)

**CONCLUSIONI SUL CONTROLLO DEI PARAMETRI**
In tabella si riportano i parametri caratteristici e i relativi valori di riferimento presi in esame fino adesso.

| PARAMETRI | VALUTAZIONE | VALORI DI RIFERIMENTO A FREDDO | | VALORI DI RIFERIMENTO A CALDO | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta T_{EVAP}$ | $\Delta T_{EVAP} = T_{I,E} - T_{U,E}$ | 14°C ± 2°C | | 17°C ± 2°C | |
| $\Delta T_{COND}$ | $\Delta T_{COND} = T_{U,C} - T_{I,C}$ | 7°C ÷ 10°C | | | |
| $P_E$ | Letto sul manometro di bassa | R407C | R410A | R407C | R410A |
| | | 5 | 10 | 15 | 38 |
| $P_C$ | Letti sul manometro di alta | R407C | R410A | R407C | R410A |
| | | 15 | 38 | 5 | 10 |
| $\Delta T_{SURR}$ | $\Delta T_{EVAP} = T_{I,E} - T_{U,E}$ | 4°C ÷ 8°C | | - | |
| $\Delta T_{SOTT}$ | $\Delta T_{EVAP} = T_{I,E} - T_{U,E}$ | 5°C ÷ 9°C | | - | |
| Assorbimento elettrico | Pinza amperometrica | Dipende:<br>- dalla potenza assorbita dalla macchina<br>- dalla tensione di rete<br>- dalla temperatura esterna<br>- dall'umidità dell'aria esterna | | | |

Tabella riassuntiva dei parametri prestazionali del climatizzatore

# CLIMATIZZATORI

| ASSENZA DI RAFFREDDAMENTO | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Il compressore non funziona | Controllare collegamenti elettrici ed eventualmente sostituire il compressore |
| L'impianto è scarico | Localizzare la perdita, riparare e ricaricare |
| Ostruzione completa circuito refrigerante | Sostituire i pezzi ostruiti |

| PRESSIONE DI EVAPORAZIONE ALTA | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Eccessiva carica di refrigerante | Recuperare refrigerante in eccesso |
| Compressore non comprime | Sostituire compressore |
| Valvola a 4 | vie difettosa Sostituire valvola |

| PRESSIONE DI EVAPORAZIONE BASSA | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Carica refrigerante scarsa | Localizzare perdita, riparare e ricaricare |
| Scarso ricircolo dell'aria nell'unità interna (ciclo raffrescamento) | Controllare il funzionamento del ventilatore |
| Ostruzione sulla tubazione del liquido | Localizzare ostruzione e rimuovere |
| Il ventilatore unità esterna non si ferma durante il ciclo di sbrinamento in modalità pompa di calore | Controllare collegamenti e riparare |
| L'organo di laminazione è ostruito da ghiaccio | Recuperare refrigerante, fare vuoto e ricaricare |
| Il filtro è ostruito | Rimuovere e pulire il filtro |
| La sezione della linea del liquido è troppo piccola | Cambiare tubazione con diametro adeguato |

| PRESSIONE DI CONDENSAZIONE BASSA | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Carica di refrigerante scarsa | Localizzare perdita, riparare e ricaricare |
| Filtro dell'aria sporco | Rimuovere e pulire filtro |
| Tubazione del liquido ostruita | Localizzare ostruzione e rimuovere |
| Il compressore non comprime | Sostituirlo |
| Organo di laminazione ostruito | Recuperare refrigerante, fare vuoto e ricaricare |

| PRESSIONE DI CONDENSAZIONE ALTA | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Carica refrigerante eccessiva | Recuperare il refrigerante in eccesso |
| Presenza di aria o gas nel circuito frigorifero | Recuperare il refrigerante, fare vuoto e ricaricare |
| Batteria unità esterna sporca in ciclo di raffreddamento | Pulire la batteria |
| Ventilatore dell'unità esterna difettoso in ciclo di raffreddamento | Sostituire |
| Il condensatore è sistemato in un luogo troppo caldo | Procedere allo spostamento dell'unità esterna |

| IL COMPRESSORE FUNZIONA CONTINUAMENTE | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Carica di refrigerante scarsa | Localizzare perdita, riparare e ricaricare |
| Unità sottodimensionata per il fabbisogno termico | Sostituire il climatizzatore con uno più potente |
| L'organo di laminazione è bloccato dalla formazione di ghiaccio dovuto all'umidità nel circuito | Recuperare il refrigerante, creare vuoto e ricaricare |
| Batteria unità esterna sporca in ciclo di raffreddamento | Pulire la batteria |
| Evaporatore sporco | Pulire batteria evaporatore |

| COMPRESSORE E VENTILATORE DELL'UNITÀ ESTERNA NON PARTONO | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Mancanza di energia elettrica | Verificare l'impianto elettrico |
| Tensione di alimentazione bassa | Verificare dimensionamento linea di alimentazione |
| Collegamenti elettrici errati o staccati | Controllare schema elettrico |
| Taratura del termostato troppo alta in ciclo di raffreddamento | Ritarare termostato o sostituirlo |

| VENTILATORE UNITÀ ESTERNA FERMO | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Motore ventilatore bruciato | Sostituire |
| Motore ventilatore difettoso | Sostituire |
| Capillare ostruito o bloccato dal ghiaccio | Recuperare refrigerante, creare vuoto e ricaricare |

| RUMORE ANOMALO E VIBRAZIONI | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Viti allentate | Verificare serraggio viti |
| Bassa compressione | Controllare la pressione durante il funzionamento e la corrente assorbita |
| Carica refrigerante scarsa | Localizzare la perdita, riparare e ricaricare |
| Ritorno di liquido al compressore | Controllare le condizioni di funzionamento del sistema |
| Ventilatore dell'evaporatore o del condensatore urtano le rispettive unità | Rimettere a posto i ventilatori |

| BASSO ASSORBIMENTO ELETTRICO | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Carica refrigerante scarsa | Localizzare la perdita, riparare e ricaricare |
| Capillare ostruito | Localizzare ostruzione e rimuovere |
| Filtro ostruito | Rimuovere e pulire il filtro |

| ALTO ASSORBIMENTO ELETTRICO | |
|---|---|
| Causa | Possibile rimedio |
| Eccessiva carica di refrigerante | Recuperare refrigerante in eccesso |
| Carica eccessiva di olio | Scaricare olio in eccesso |

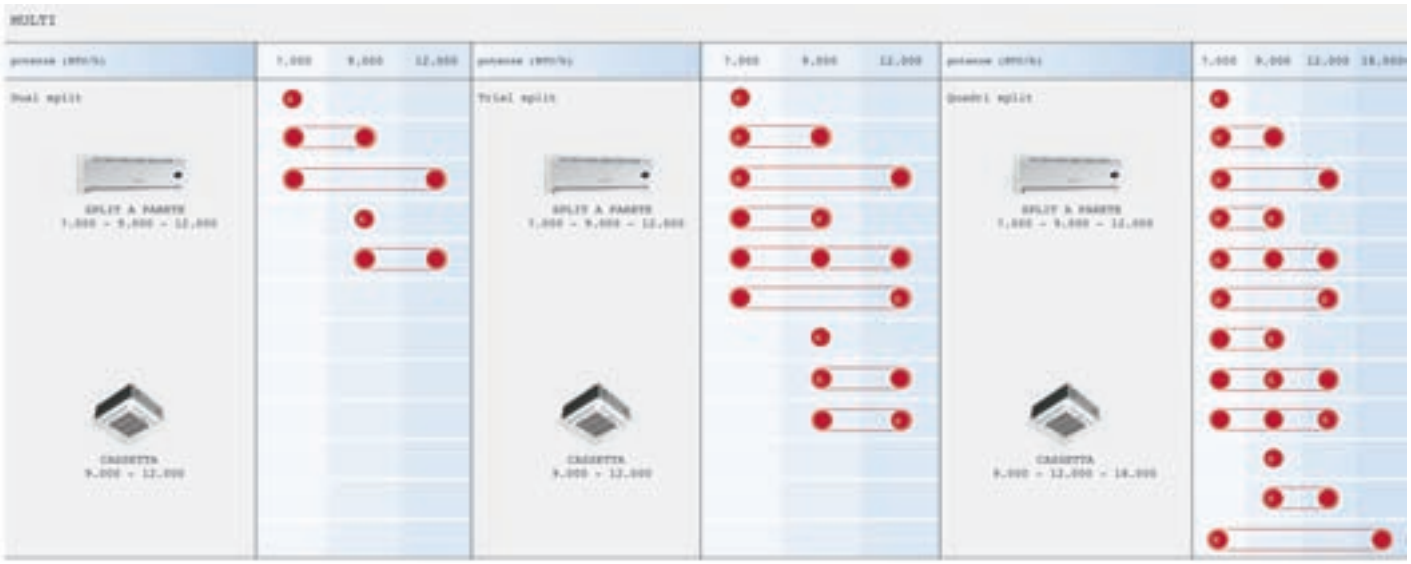
# CLIMATIZZATORI MULTI INVERTER DC

**CARATTERISTICHE E CAMPO DI APPLICAZIONE**

I Climatizzatori Multi Inverter di Ariston, rappresentano la soluzione ideale per servire più locali con un unico ingombro esterno e con la possibilità di collegare unità di grandezze diverse.
I modelli Multi sono disponibili nella versione dual da 4,5 kW (nominali), trial di potenza 6 kW (nominali) e nella versione quadri di potenza 6,5 kW (nominale) tutti con tecnologia DC.
Le unità esterne hanno dimensioni compatte, con una profondità di appena 33 cm per i modelli da 4,5 e 6 kW. Rientrano tra le dotazioni di serie i copri-rubinetti, le connessioni elettriche con connettori ad innesto rapido e infine dei raccordi “adattatore” in ottone (da 3/8” a ½”) per il collegamento delle tubazioni, che permettono una facile installazione anche dei modelli di potenza cassetta 4 kW.
Tutti i sistemi multi inverter Ariston hanno le unità esterne già caricate con Gas R410A ecologico e con la possibilità (tramite il rabbocco del gas) di poter raggiungere lunghezze fino a 60 mt totali per il modello da 6,5 kW.
Ariston permette di scegliere tra 6 diverse potenze di unità interne nelle versioni parete ( Round Evo Inverter) e cassetta suddivisi in:

- parete da 2 a 3,5 kW
- cassetta da 2,5 a 4,5 kW

Il collegamento elettrico tra le unità interne e le unità esterne è molto semplice e viene fatto attraverso l’utilizzo di tre fili. Da non sottovalutare, la flessibilità di installazione e utilizzo, in particolare le interne di tipo Cassetta permettono di essere utilizzate per applicazioni commerciali di media grandezza, i modelli da 4,5 kW possono climatizzare locali fino a 60 $m^2$.
Le unità interne a parete, cassetta possono essere comandate singolarmente grazie al telecomando di serie “universale” che permette di poter impostare la temperatura desiderata in maniera indipendente (tutte le unità interne possono lavorare in riscaldamento o in raffreddamento) in modo da poter avere il massimo confort in ogni ambiente.
I sistemi multi inverter di Ariston sono molto efficienti in termini di prestazioni, infatti, grazie alla tecnologia e ai compressori Twin Rotativi Inverter DC (modelli 4,5 kW e 6 kW) si ottengono ottime rese e bassi consumi, con combinazioni in classe A e B (vedere apposita tabella).
Grazie alla diagnostica intelligente, inoltre, che permette di visualizzare sull’apposito display a cristalli il codice dell’errore, si ha la possibilità di identificare l’eventuale difetto in tempi brevissimi riducendo in questo modo i tempi di intervento della rete di assistenza tecnica. Infine, il tasto “test” permette di fissare la frequenza di lavoro del compressore e avere così la possibilità, in fase di controllo, di poter “tarare” il sistema multi inverter in maniera ottimale.



# DESCRIZIONE DI CAPITOLATO

**PRESTAZIONI ENERGETICHE SISTEMI MULTI INVERTER DUAL-TRIAL-QUADRI**

- Sistema multi Inverter DC dual, trial, quadri, a pompa di calore, con interne di tipologia a parete, cassetta e canalizzato e la possibilità di erogare fino al 130% della potenza nominale dell'unità esterna
- Funzionamento fino a -10°C esterni, garantendo prestazione ottimali e consumi contenuti
- Temperatura di Funzionamento: - 10~45°C
- Temperature operative (impostabile tramite telecomando): 17~30°C, per ogni singola unità collegata (fino a 4 interne del modello Quadri)
- Superficie di applicazione (unità interne): 20~25 $m^2$ (mod. 2 kW), 25~30$m^2$ (mod. 2,5 kW), 30~35$m^2$ (mod. 3,5 kW), 40~60$m^2$ (mod. 5 kW)

**Unità interna Split Murale (tipologia ROUND EVO INVERTER)**

Tutte le unità interne di tipologia murale (potenza 2-3.5 Kw) con tubazioni di diametro ¼"- 3/8"
Modello cassetta da 3.5 Kw con tubazione da 3/8"-1/2"

- Prestazioni come da norma EN 14511, classe energetica A-A (EER-COP) per i modelli di potenza 5 kW e Classe energetica A-B (EER-COP) per i modelli da 7 kW a 16 kW

COMBINAZIONI POSSIBILI CON UNITÀ INTERNE DI POTENZE DIVERSE

INVERTER DC

DUAL A-IDF18-OBX

| unità 1 | unità 2 | capacità nominale unità 1 | capacità nominale unità 2 | capacità totale min | capacità totale nominale | capacità totale max | potenza assorbita min | potenza assorbita nominale | potenza assorbita max | EER | classe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 7 | 2,21 | 2,21 | 1,87 | 4,46 | 5,49 | 0,56 | 1,29 | 1,73 | 3,21 | A |
| 7 | 9 | 2,37 | 2,68 | 2,01 | 4,75 | 5,75 | 0,61 | 1,48 | 1,82 | 3,21 | A |
| 7 | 12 | 1,98 | 3,17 | 2,16 | 5,15 | 6,28 | 0,64 | 1,68 | 2,01 | 3,21 | A |
| 9 | 9 | 2,60 | 2,60 | 2,18 | 5,20 | 6,40 | 0,65 | 1,62 | 1,99 | 3,21 | A |
| 9 | 12 | 2,46 | 3,02 | 2,36 | 5,68 | 6,85 | 0,71 | 1,89 | 2,18 | 3,24 | A |
| 7 | 7 | 2,66 | 2,66 | 2,27 | 4,92 | 6,00 | 0,55 | 1,36 | 1,70 | 3,61 | A |
| 7 | 9 | 2,37 | 3,09 | 2,29 | 5,44 | 6,61 | 0,60 | 1,51 | 1,86 | 3,61 | A |
| 7 | 12 | 2,34 | 3,74 | 2,41 | 6,08 | 7,36 | 0,69 | 1,68 | 2,08 | 3,62 | A |
| 9 | 9 | 3,05 | 3,05 | 2,62 | 6,10 | 7,32 | 0,69 | 1,67 | 2,07 | 3,65 | A |
| 9 | 12 | 2,80 | 3,45 | 2,79 | 6,25 | 7,50 | 0,72 | 1,71 | 2,11 | 3,65 | A |

INVERTER DC

TRIAL A-ITF27-OBX

| unità 1 | unità 2 | unità 3 | capacità nominale unità 1 | capacità nominale unità 2 | capacità nominale unità 3 | capacità totale min | capacità totale nominale | capacità totale max | potenza assorbita min | potenza assorbita nominale | potenza assorbita max | EER | classe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 7 | 7 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,77 | 6,60 | 7,99 | 0,82 | 2,06 | 2,61 | 3,21 | A |
| 7 | 7 | 9 | 2,04 | 2,04 | 2,65 | 2,82 | 6,72 | 8,13 | 0,83 | 2,09 | 2,65 | 3,22 | A |
| 7 | 7 | 12 | 2,07 | 2,07 | 3,31 | 3,13 | 7,45 | 8,87 | 0,93 | 2,31 | 2,92 | 3,22 | A |
| 7 | 9 | 9 | 2,07 | 2,69 | 2,69 | 3,13 | 7,45 | 8,87 | 0,93 | 2,31 | 2,92 | 3,22 | A |
| 7 | 9 | 12 | 2,00 | 2,60 | 3,25 | 3,31 | 7,80 | 9,39 | 0,96 | 2,39 | 2,99 | 3,26 | A |
| 7 | 12 | 12 | 1,83 | 3,09 | 3,09 | 3,44 | 8,10 | 10,13 | 1,01 | 2,52 | 3,09 | 3,22 | A |
| 9 | 9 | 9 | 2,60 | 2,60 | 2,60 | 3,28 | 7,80 | 9,39 | 0,96 | 2,40 | 3,00 | 3,25 | A |
| 9 | 9 | 12 | 2,51 | 2,51 | 3,09 | 3,44 | 8,10 | 10,13 | 0,99 | 2,48 | 3,06 | 3,26 | A |
| 9 | 12 | 12 | 2,35 | 2,90 | 2,90 | 3,69 | 8,15 | 10,13 | 1,01 | 2,52 | 3,09 | 3,24 | A |
| 7 | 7 | 7 | 2,42 | 2,42 | 2,42 | 3,05 | 7,26 | 8,78 | 0,90 | 2,21 | 2,57 | 3,61 | A |
| 7 | 7 | 9 | 2,31 | 2,31 | 3,09 | 3,20 | 7,62 | 9,22 | 0,94 | 2,31 | 2,79 | 3,61 | A |
| 7 | 7 | 12 | 2,32 | 2,32 | 3,71 | 3,50 | 8,34 | 10,01 | 0,92 | 2,31 | 2,91 | 3,61 | A |
| 7 | 9 | 9 | 2,32 | 3,01 | 3,01 | 3,50 | 8,34 | 10,01 | 0,92 | 2,31 | 2,91 | 3,61 | A |
| 7 | 9 | 12 | 2,25 | 2,93 | 3,60 | 3,69 | 8,78 | 10,54 | 0,92 | 2,43 | 3,03 | 3,62 | A |
| 7 | 12 | 12 | 2,15 | 3,45 | 3,45 | 3,80 | 9,05 | 10,86 | 1,02 | 2,49 | 3,12 | 3,63 | A |
| 9 | 9 | 9 | 2,92 | 2,92 | 2,92 | 3,68 | 8,75 | 10,50 | 0,99 | 2,42 | 3,02 | 3,62 | A |
| 9 | 9 | 12 | 2,80 | 2,80 | 3,45 | 3,80 | 9,05 | 10,86 | 1,02 | 2,49 | 3,06 | 3,64 | A |
| 9 | 12 | 12 | 2,60 | 3,26 | 3,26 | 3,85 | 9,17 | 11,00 | 1,03 | 2,51 | 3,09 | 3,65 | A |

INVERTER DC

QUADRI A-IQF28-OBX

| unità 1 | unità 2 | unità 3 | unità 4 | capacità nominale unità 1 | capacità nominale unità 2 | capacità nominale unità 3 | capacità nominale unità 4 | capacità totale min | capacità totale nominale | capacità totale max | potenza assorbita min | potenza assorbita nominale | potenza assorbita max | EER | classe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 7 | 7 | 7 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 2,65 | 7,91 | 9,81 | 0,98 | 2,47 | 3,10 | 3,21 | A |
| 7 | 7 | 7 | 9 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 2,45 | 3,33 | 9,12 | 10,87 | 1,01 | 2,52 | 3,26 | 3,21 | A |
| 7 | 7 | 7 | 12 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 2,98 | 3,52 | 8,58 | 10,71 | 1,07 | 2,66 | 3,32 | 3,22 | A |
| 7 | 7 | 9 | 9 | 1,87 | 1,87 | 2,42 | 2,42 | 3,52 | 8,58 | 10,71 | 1,07 | 2,66 | 3,32 | 3,22 | A |
| 7 | 7 | 9 | 12 | 1,79 | 1,79 | 2,32 | 2,86 | 3,44 | 8,76 | 10,95 | 1,08 | 2,71 | 3,38 | 3,23 | A |
| 7 | 7 | 12 | 12 | 1,72 | 1,72 | 2,75 | 2,75 | 3,47 | 8,95 | 11,19 | 1,10 | 2,76 | 3,45 | 3,24 | A |
| 7 | 9 | 9 | 9 | 1,79 | 2,32 | 2,32 | 2,32 | 3,44 | 8,76 | 10,95 | 1,08 | 2,71 | 3,38 | 3,23 | A |
| 7 | 9 | 9 | 12 | 1,72 | 2,24 | 2,24 | 2,75 | 3,47 | 8,95 | 11,19 | 1,10 | 2,76 | 3,45 | 3,24 | A |
| 7 | 9 | 12 | 12 | 1,65 | 2,14 | 2,64 | 2,64 | 3,71 | 9,06 | 11,33 | 1,13 | 2,81 | 3,71 | 3,22 | A |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 2,23 | 2,23 | 2,23 | 2,23 | 3,46 | 8,92 | 11,15 | 1,10 | 2,76 | 3,42 | 3,25 | A |
| 9 | 9 | 9 | 12 | 2,14 | 2,14 | 2,14 | 2,64 | 3,71 | 9,06 | 11,33 | 1,12 | 2,79 | 3,68 | 3,25 | A |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,85 | 8,79 | 11,14 | 0,91 | 2,44 | 3,26 | 3,61 | A |
| 7 | 7 | 7 | 9 | 2,06 | 2,06 | 2,06 | 2,68 | 3,63 | 8,86 | 11,14 | 0,98 | 2,45 | 3,29 | 3,61 | A |
| 7 | 7 | 7 | 12 | 2,04 | 2,04 | 2,04 | 3,26 | 3,85 | 9,38 | 11,73 | 1,04 | 2,59 | 3,47 | 3,62 | A |
| 7 | 7 | 9 | 9 | 2,07 | 2,07 | 2,69 | 2,69 | 3,90 | 9,51 | 11,89 | 1,05 | 2,62 | 3,49 | 3,62 | A |
| 7 | 7 | 9 | 12 | 1,99 | 1,99 | 2,59 | 3,19 | 4,00 | 9,74 | 12,20 | 1,09 | 2,72 | 3,63 | 3,58 | B |
| 7 | 7 | 12 | 12 | 1,90 | 1,90 | 3,04 | 3,04 | 4,05 | 9,88 | 12,35 | 1,14 | 2,78 | 3,69 | 3,56 | B |
| 7 | 9 | 9 | 9 | 1,99 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 4,00 | 9,74 | 12,20 | 1,12 | 2,73 | 3,64 | 3,57 | B |
| 7 | 9 | 9 | 12 | 1,90 | 2,47 | 2,47 | 3,04 | 4,05 | 9,88 | 12,35 | 1,18 | 2,80 | 3,72 | 3,53 | B |
| 7 | 9 | 12 | 12 | 1,83 | 2,37 | 2,92 | 2,92 | 4,12 | 10,04 | 12,55 | 1,20 | 2,86 | 3,80 | 3,51 | B |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 2,47 | 2,47 | 2,47 | 2,47 | 4,05 | 9,88 | 12,35 | 1,18 | 2,81 | 3,73 | 3,52 | B |
| 9 | 9 | 9 | 12 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,92 | 4,12 | 10,04 | 12,55 | 1,20 | 2,86 | 3,80 | 3,51 | B |

## CARATTERISTICHE DEI SISTEMI MULTI INVERTER (UNITÀ ESTERNA) DUAL-TRIAL-QUADRI.

- Unità esterna predisposta per essere collegata a qualsiasi unità interna murale canalizzato. Copri-raccordi di serie su tutte le potenze, realizzati in materiale anticorrosione (lamiera zincata) e verniciatura a caldo
- Dimensioni: modelli 5 e 7.5 kW compatte, hanno le stesse dimensioni di ingombro (altezza di 70 cm) e tutte le esterne con profondità inferiore ai 40 cm
- Alimentazione direttamente su apposita morsettiera 220-240 V, mono fase, e "vano" per connessione rapide per collegare le unità interne
- Metodo di espansione: unità esterne utilizzano valvole Elettroniche (LEV 2-3 - 4) e relativo capillare di laminazione, per tutti i tipi di unità esterne
- Tipo compressore: Twin rotary Inverter DC TOSHIBA (5 a 7,5 kW) e Twin rotary Inverter Mitsubishi modello da 8 kW
- Condensatore: in alluminio con trattamento Idrofilico per prevenire la corrosione e Diametro tubi (ø) 9.53, Ranghi-spessore alette (mm) 4-1.7
- Motori ventilatore (potenza e nr giri): 148 W-775 (rpm) mod. 5 e 7,5 kW - 169 W-900 (rpm) alla max velocità mod 8 kW (doppia velocità del ventilatore esterno)
- Tipo sbrinamento (defrosting): Automatico gestito tramite scheda elettronica esterna

## CARATTERISTICHE COLLEGAMENTI IDRAULICI (CONNESSIONI) DEI SISTEMI MULTI INVERTER UNITÀ ESTERNA

- Unità esterne pre-caricate con Gas HFC R410A e con possibilità di essere collegate, senza eventuale aggiunta di gas, con unità interne installate fino ad una distanza di 5m
- Possibilità di collegamenti, tra unità interna ed esterna, fino ad una distanza massima, di 20m lineari e un dislivello massimo di 10m se collegati all'unità esterna da 8Kw (15mt con mod.5 e 7.5kW).
- Diametro del tubo del liquido (mm): ø 6.35 - 1/4"
- Diametro del tubo del gas (mm): ø 9.53-3/8"

## PROTEZIONI, SICUREZZE E CONTROLLI DEI SISTEMI MULTI INVERTER UNITÀ ESTERNA

- Protezione del compressore "Ritardo di avvio"
- Protezione surriscaldamento Compressore stop Temp >120°; Compressore on Temp < 105°C
- Protezione Voltaggio Unità esterna stop AC Voltage > 270V per 30sec; Unità esterna on AC Voltage < 260V per 30sec
- Protezione Modulo
- Protezione sensore (in caso di malfunzionamento o rottura)
- Protezione sensore guasto
- Protezione contro i sovraccarichi di corrente
- Protezione surriscaldamento scambiatore unità esterna
- Protezione bassa temperatura unità esterna
- Protezione pre-riscaldamento compressore
- Protezione compressore ritardo di avvio 3 minuti
- Protezione sbrinamento "Auto-defrost" nel caso di formazione di ghiaccio nello scambiatore esterno in funzionamento heating (riscaldamento) la funzione è completamente automatica e gestita dal microprocessore della scheda elettronica
- L'unità è provvista della protezione "sovraccarichi di corrente"; il compressore si fermerà, nel caso in cui si ha un assorbimento maggiore di 25°
- In modalità dry, in caso di temperatura della stanza inferiore a 10°C la ventilazione si fermerà; se la temperatura ritorna sopra i 12°C la ventilazione ritorna a funzionare
- Protezione contro l'arrivo di aria fredda nella modalità di funzionamento HEATING è presente la protezione anti-aria fredda, che previene l'avvio del ventilatore interno
- Protezione "conflitto" modalità di funzionamento: la scheda controlla che non avvenga il funzionamento delle diverse unità interne in modalità solo freddo o pompa di calore contemporaneo. La modalità pompa di calore (riscaldamento) è sempre prioritaria

## FUNZIONI SISTEMI MULTI INVERTER UNITÀ ESTERNA

Funzione AUTO-RESTART

Sistemi multi inverter split e cassetta, hanno la funzione Auto-restart che permette al sistema, in caso di black-out, al sistema di ripartire con l'ultima funzione impostata.

Funzione TURBO

Tramite il telecomando è attivabile la funzione TURBO in questo modo automaticamente l'unità interna selezionerà la velocità del ventilatore "Super-Alta" permettendo di raggiungere la temperatura richiesta più velocemente. (MAX 20 MIN)

Funzione FISSAGGIO FREQUENZA (su unità esterna)

Le unità sono provviste della funzione fissaggio di frequenza (impostabile tramite il tasto posto sull'unità esterna). La funzione fissa per 30min la frequenza del compressore permettendo di poter effettuare i controlli in assistenza.

Funzione Controllo velocità ventilatore esterno.

L'unità esterna ha doppia velocità del ventilatore (alta/bassa) controllata dalla sonda ambiente esterna.

Funzione ritorno dell'olio

L'unità è predisposta per permettere il ritorno "facilitato" dell'olio al compressore se la frequenza rimane al di sotto di 50HZ.

Tasto "manuale"

Il tasto manuale (posto sul pannello di controllo) permette di attivare le funzioni

COOLING > AUTO > STOP

Funzione "SLEEP"

Il controllo "SLEEP" si utilizza di norma durante il funzionamento notturno: esso agisce sul valore di temperatura impostato, modificandolo progressivamente,

in modo di diminuire/aumentare l'azione di raffreddamento/riscaldamento per un maggiore confort e per ridurre i consumi di energia elettrica.

**FUNZIONI ESCLUSIVE**

Funzione controllo POMPA EVACUAZIONE CONDENSA (mod. Cassetta)

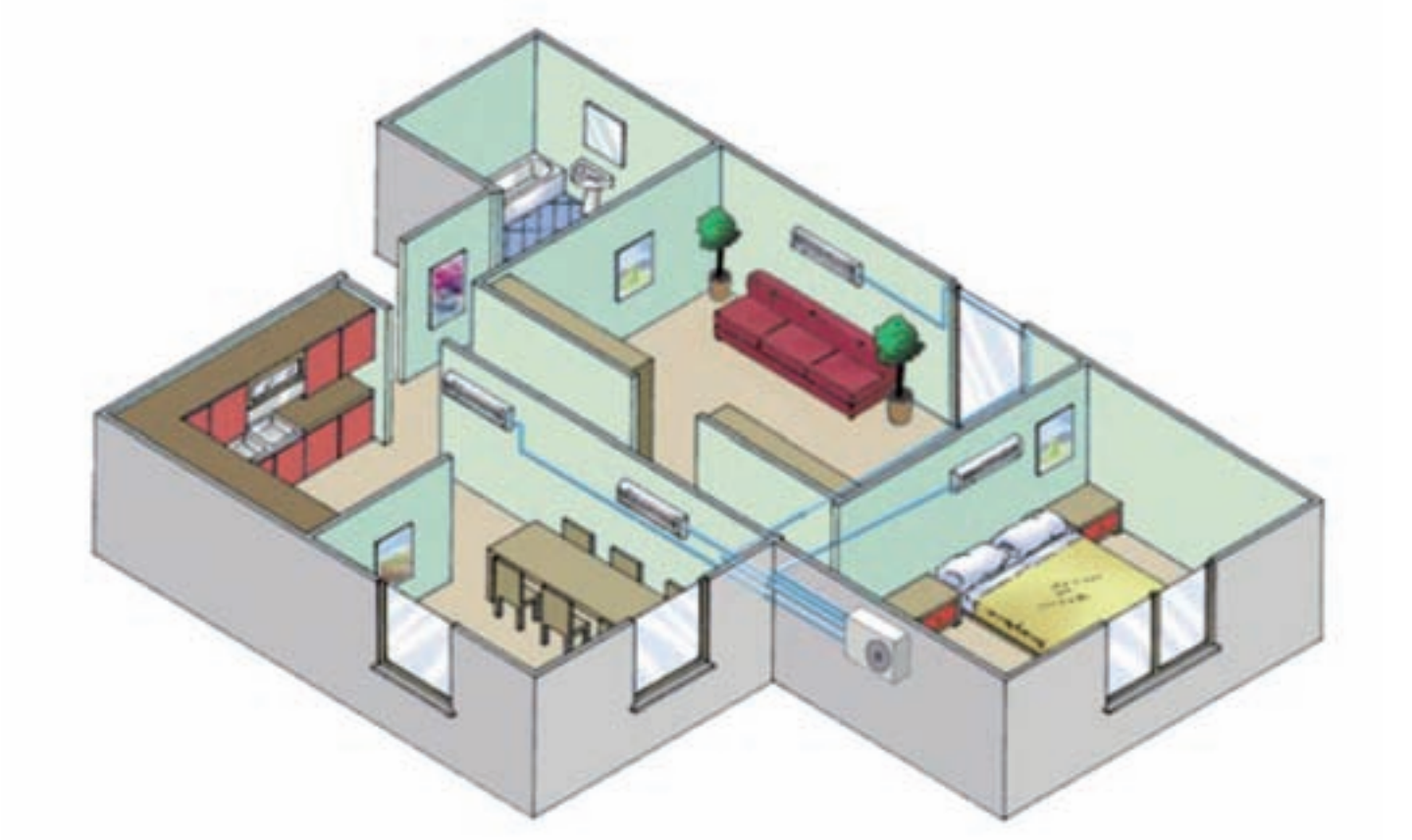
L'unità è provvista di evacuazione condensa (prevalenza max 100 cm) attiva nella modalità solo freddo e deumidificazione. Il controllo avviene ogni 5 sec. (tramite sensore) e nel caso di vaschetta piena, l'unità interna entra in Stand-by mentre il compressore e la ventilazione esterna vengono fermati. Solo dopo che il livello dell'acqua di condensa ritornerà sotto il livello massimo, l'unità esterna viene riavviata. Nel pannello lampeggerà il relativo led.

**ACCESSORI DI SERIE SU TUTTI I SISTEMI MULTI INVERTER UNITÀ ESTERNA**

- Telecomando universale (per singolo unità)
- Porta - telecomando
- Filtri aria
- Pipetta scarico condensa
- Raccordo adattatore 3/8"-1/2"

**ACCESSORI DI SERIE ESCLUSIVI MOD. CASSETTA**

- Dima di cartone, Per installare l'unità interna
- Raccordo per tubo per scarico condensa e fascette metalliche di fissaggio per lo scarico dell'unità interna.
- Guaina isolante per tubazioni per l'isolamento dei giunti dell'unità interna
- Dadi per collegamento tubazioni
- Barre filettate per installare l'unità interna
- Tasselli a gancio per installare l'unità interna.



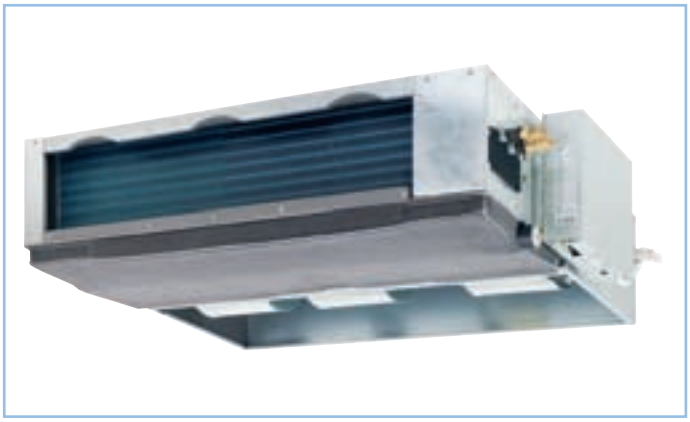
# CLIMATIZZATORI CANALIZZATO INVERTER DC

**CARATTERISTICHE E CAMPO DI APPLICAZIONE**

I climatizzatori Canalizzati Inverter DC Ariston consentono di climatizzare ambenti di medie e grandi dimensioni.
Le unità interne, collegate all'unità esterna tramite un sistema di canalizzazione, permettono di convogliare e distribuire l'aria climatizzata secondo le esigenze specifiche dell'impianto.
I modelli canalizzati di Ariston potrebbero essere collocati nella categoria "split" anche se destinati ad una utenza più "complessa" come potrebbe essere quella commerciale, rappresentata da uffici, piccola ristorazione e simili.
I canalizzati Ariston sono disponibili nelle potenze da 5 a 7 kW (modelli monofase) e fino a 16 kW (modelli tri-fase).
Le unità interne hanno la possibilità di essere installate nelle normali contro-soffittature di altezza inferiore a 50 cm grazie alle dimensioni ridotte, (mod 5-7 kW spessore di soli 30 cm).

I sistemi canalizzati sono tutti predisposti per il controllo a filo, che consente di gestire le funzioni principali del climatizzatore da remoto senza togliere la possibilità di utilizzare il telecomando a infrarossi.
I sistemi Canalizzati inverter DC Ariston utilizzano il gas refrigerante ecologico R410A.
Gli accessori a disposizione sono diversi come i filtri, il plenum di mandata, il controllo a filo, che permettono di effettuare l'installazione a regola d'arte e con la massima semplicità.

L'unità esterna dei sistemi light commercial Ariston è di tipo Universale e può essere acquistata separatamente in funzione della potenza necessaria e poi abbinata all'interna canalizzato o ad altre tipologie (Cassetta o Pavimento/ Soffitto) in base alle proprie necessità installative.
Grazie alla diagnostica a Led, che identifica eventuali guasti legati al circuito frigo o elettrico, l'intervento da parte dei Centri di Assistenza Ariston, è in questo modo più rapido e sicuro.



- FILTRI A CARBONI ATTIVI
- ELEVATE POTENZE PER GRANDI SPAZI
- UNITÀ ESTERNA UNIVERSALE IN MATERIALE ANTICORROSIONE
- CONTROLLO REMOTO ANCHE A FILO
- FUNZIONE SLEEP

| Potenze (BTU/h) | 18.000 | 24.000 | 36.000 | 48.000 | 60.000 |
|---|---|---|---|---|---|
| Monosplit | | | | | |
| Mono Inverter | | | | | |
| Cassetta Inverter | | | | | |
| Pav./Soffitto Inverter | | | | | |
| Canalizzato Inverter | ● | ● | ● | ● | ● |

# CLIMATIZZATORI CASSETTA INVERTER DC

**CARATTERISTICHE E CAMPO DI APPLICAZIONE**

La gamma dei climatizzatori a cassetta Inverter DC Ariston spazia da una potenza minima di 5 kW sino a 14 kW. Questa tipologia di climatizzatori è particolarmente adatta per applicazioni commerciali e industriali.
Tutti i sistemi cassetta inverter sono caratterizzati da dimensioni ridotte e peso contenuto, che li rendono particolarmente adatti all'inserimento in contro-soffitti, limitando così al minimo l'impatto estetico.
Il design e' compatto e non sono visibili ne' le tubature di collegamento interne ne' le staffe di sospensione.
In particolare, il modello Ariston Cassetta da 5 kW si adatta perfettamente per installazione in contro-soffitti con panelli standard 600x600, mentre i modelli di "grande capacità" sono ideali per climatizzare ambienti più grandi.
Il flusso dell'aria può essere modificato in base alle esigenze, mediante l'oscillazione automatica dei deflettori che permette una distribuzione dell'aria uniforme nel locale dove il climatizzatore è installato. Tutti i sistemi Cassetta inverter DC Ariston possono essere comandati tramite telecomando a infrarossi o controllo a filo acquistabile separatamente.
I cassetta inverter DC Ariston sono di facile manutenzione grazie all'ampia griglia centrale. Quest'ultima è dotata di filtri d'aria meccanici che trattengono la polvere, facilmente estraibili e lavabili.
L'unita' interna e' costruita con un robusto telaio, mentre la vaschetta di raccolta e' realizzata in polistirene con un apposito rivestimento, per garantire che non si verifichino perdite o condensa.
Tutti i sistemi Cassetta inverter di Ariston sono dotati di pompa scarico condensa fino a 40 cm (in altezza) di prevalenza con sistema "troppo pieno" che permette di evitare che l'acqua possa fuoriuscire dalla vaschetta di raccolta condensa.
I sistemi Cassetta Inverter DC Ariston possono essere collegati alla stessa unità esterna "universale" utilizzabile per tutti i sistemi Light commercial di Ariston.

- NUOVO SISTEMA FRESHAIR
- ELEVATE POTENZE PER GRANDI SPAZI
- UNITÀ ESTERNA UNIVERSALE IN MATERIALE ANTICORROSIONE
- FILTRI A CARBONI ATTIVI
- FUNZIONE SLEEP

| **Potenze (BTU/h)** | 18.000 | 24.000 | 36.000 |
|---|---|---|---|
| Monosplit | | | |
| Mono Inverter | | | |
| Cassetta Inverter | ● | ● | ● |
| Pav./Soffitto Inverter | | | |
| Canalizzato Inverter | | | |

# CLIMATIZZATORI PAVIMENTO/SOFFITTO INVERTER DC

**CARATTERISTICHE E CAMPO DI APPLICAZIONE**

La gamma di climatizzatori Pavimento/Soffitto inverter DC di Ariston è composta da modelli mono fase con potenze da 3,5 kW fino a modelli trifase da 16 kW. I modelli pavimento/soffitto sono destinati ad una utenza più “complessa” qual è appunto quella delle piccole/medie superfici commerciali o quella definita del terziario, servizi, uffici, piccola ristorazione e simili.
La nuova linea di climatizzatori light commercial inverter DC a pavimento/soffitto Ariston è particolarmente indicata per utilizzi in ambito industriale e commerciale e possono essere installati sia come unità a pavimento (verticalmente) sia come unità a soffitto (orizzontalmente).
Grazie alle dimensioni e al peso ridotti, i modelli pavimento/soffitto possono essere utilizzati anche in presenza di controsoffitti (il modello da 3,5 kW presenta solo 20 cm di spessore).

I sistemi light commercial inverter DC pavimento/soffitto usano il gas refrigerante ecologico R410A. Inoltre, sono dotati di ventilatori assiali che garantiscono bassa rumorosità e ottima distribuzione dell’aria, garantita anche dalle alette che sono orientabili verticalmente e orizzontalmente tramite l’esclusivo telecomando “universale” Ariston o attraverso il sistema di controllo a filo.
Tutte le unità interne della serie pavimento/soffitto Ariston sono dotate di staffe per l’installazione a pavimento e a soffitto, hanno griglie frontali di facile utilizzo che permettono così l’estrazione dei filtri aria in dotazione, lavabili con acqua calda.
Le tubazioni di raccordo vanno da 30 a 50 metri (modelli da 10.5 a 16 kW) e i compressori a tecnologia Inverter DC Scroll garantiscono il massimo dell’efficienza in termini di risparmio energetico e un’elevata silenziosità.
Le unità esterne della serie pavimento/soffitto possono essere abbinate sia con unità interne a cassette, sia con unità interne canalizzate.

- ELEVATE POTENZE PER GRANDI SPAZI
- UNITÀ ESTERNA UNIVERSALE IN MATERIALE ANTICORROSIONE
- FILTRI A CARBONI ATTIVI
- FACILE INSTALLAZIONE
- FUNZIONE SLEEP

| **Potenze (BTU/h)** | 12.000 | 18.000 | 24.000 | 36.000 | 48.000 | 60.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Monosplit | | | | | | |
| Mono Inverter | | | | | | |
| Cassetta Inverter | | | | | | |
| Pav./Soffitto Inverter | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Canalizzato Inverter | | | | | | |

# DESCRIZIONE DI CAPITOLATO

**PRESTAZIONI ENERGETICHE SISTEMI LIGHT COMMERCIAL (CANALIZZATO, CASSETTA O PAVIMENTO/SOFFITTO)**

- Climatizzatore d'aria Light commercial mono Inverter DC di tipologia canalizzato, cassetta o Pavimento/soffitto, a pompa di calore e unità esterna di tipo "universale" hanno la possibilità di funzionamento fino a -10°C esterni, garantendo prestazione pari all'80% del valore di resa nominale
- Temperatura di Funzionamento: - 10~45°C
- Temperature operative (impostabile tramite telecomando): 17~30°C
- Superficie di applicazione: 34~49 $m^2$ (mod. 5kW), 40~56$m^2$ (mod.7kW), 50~75$m^2$ (mod.10,5kW), 60~85$m^2$ (mod.10.5kW), 80~105$m^2$ (mod.14kW), 95~120$m^2$ (mod.16kW)

**Sistema Canalizzato**

- Prestazioni come da norma EN 14511, classe energetica A-A (EER-COP) per i modelli di potenza 5 kW e Classe energetica B-B (EER-COP) per i modelli da 7 kW a 16 kW
- Potenza Frigorifera nominale (min-max): - 4840 W (3170-6670) mod 5 kW - 5910 W (3590-7430) mod.7 kW - 9010 W (4680-12370) mod. 10.5 kW - 11170 W (6880-15130) mod. 14 kW - 15500 W (7180-17720) mod. 16 kW
- Potenza Riscaldante nominale (min-max):- 5810 W (3270-6910) mod 5kW - 7190 W (3630-7510) mod.7 kW - 11540 W (4720-12660) mod.10.5 kW - 13980 W (7640-16800) mod. 14 kW - 16300 W (7940-18240) mod. 16 kW
- Potenza assorbita raffred. nom. (min-max):- 1510 W (935-1980) mod 5 kW - 1845 W (1060-2190) mod.7 kW - 3000 W (1400-3670) mod. 10.5 kW - 3700 W (2280-5010) mod. 14kW - 5050 W (2380-6980) mod. 16 kW
- Potenza assorbita riscald. nom (min-max): -1610 (1080-2290) mod 5kW - 2110 (12002490) mod.7 kW - 3470 (1560-4110) mod. 10.5 kW - 4110 (2250-4950) mod. 14 kW - 4780 (2340-5990) mod. 16 Kw
- EER: 3,20 (mod. 5 kW), 3,20 (mod.7 kW), 3,00 (mod.10,5 kW), 3,01(mod.14 kW),3,06 (mod.16 kW)
- COP: 3,61 (mod. 5 kW),3,41 (mod.7 kW), 3,33 (mod.10,5 kW), 3,41 (mod.14 kW),3,41(mod.16 kW)
- Consumo Annuo: 755 kW (mod. 5 kW,),923 kW (mod.7 kW),1500 kW (mod.10,5 kW), 1850 kW(mod.104 kW), 2525 kW(mod.16 kW)
- Alimentazione/nr. di fasi (Hz-V-Ph): 50-230-1 (mod. 5-7 kW), 50-380-3 (mod.10,5-14-16 kW)
- Deumidificazione l/h: 1,8 l/h (mod. 5 kW) , 2,4 l/h (mod.7 kW), 3,6 l/h (mod.10,5 kW), 4,6 l/h (mod.14 kW), 6 l/h (mod.16 kW)

**Sistema Cassetta**

- Prestazioni come da norma EN 14511, classe energetica A-A (EER-COP) modello 5 kW e Classi comprese tra A e C (EER-COP) per i modelli da 7 a 14 kW
- Potenza Frigorifera nominale (min-max): - 4850 (3170-6670) mod 5 kW - 5980 (3590-7430) mod.7 kW - 9200 (4680-12370) mod. 10.5 kW - 11900 (6880-15130) mod. 14kW
- Potenza Riscaldante nominale (min-max):- 5780 (3270-6910) mod 5 kW - 7320 (3630-7710)mod.7 kW 11550 (4720-12660) mod.10.5 kW - 13930 (7640-16800) mod. 14 kW
- Potenza assorbita raffred. nom. (min-max):- 1510 W (935-1980) mod 5 kW - 1840 (1060-2190)mod.7 kW - 3060 (1400-3670)mod. 10.5 kW - 3710 (2280-5010) mod. 14 kW
- Potenza assorbita riscald. nom (min-max): - 1600 (1080-2290) mod 5 kW - 2150 (1200-2490) mod.7 kW - 3520 (1560-4110) mod. 10.5 kW - 4100 (2250-4950) mod. 14 kW
- EER: 3,21 (mod. 5 kW), 3,25 (mod.7 kW), 3,00 (mod.10,5 kW), 3,20(mod.14 kW)
- COP: 3,61 (mod. 5 kW), 3,40 (mod.7 kW), 3,28 (mod.10,5 kW), 3,39 (mod.14 kW)
- Consumo Annuo: 755 kW (mod.5 kW), 920 kW (mod.7 kW),1530 kW (mod.10,5 kW), 1855 kW (mod.14 kW)
- Alimentazione/nr. di fasi (Hz-V-Ph): 50-230-1 (mod. 5-7 kW), 50-380-3 (mod.10,5-14 kW)
- Deumidificazione l/h: 1,8 l/h (mod. 5 kW) ,2,4 l/h (mod.7 kW), 3,8 l/h (mod.10,5 kW),4,8 l/h (mod.14 kW)

**Sistema Pavimento/Soffitto**

- Prestazioni come da norma EN 14511, classe energetica A-A (EER-COP) modello 3,5 kW e Classi comprese tra A e C (EER-COP) per i modelli da 5 a 16kW
- Potenza Frigorifera nominale (min-max): 3490 (1340-4670) mod. 3,5 kW- 4810 (3170-6670) mod 5 kW - 5980 (3590-7430) mod. 7 kW - 8810 (4680-12370) mod.10.5 kW -11090 (6880-15130) mod. 14 kW-15510 (7180-17720) mod. 16 kW
- Potenza Riscaldante nominale (min-max): 3680 (1410-4780) mod. 3,5 kW - 5800 (3270-6910) mod 5 kW- 7280 (3630-7510) mod.7 kW - 11950 (4720-12660) mod.10.5 kW -13950 (7640-16800) mod. 14 kW - 16200 (7940-18240) mod. 16 kW
- Potenza assorbita raffred. nom. (min-max): 1030 mod. 3,5 kW -1500 W (935-1980) mod 5 kW - 1840 (1060-2190) mod.7 kW - 3080 (1400-3670) mod. 10.5 kW - 3690 (2280-5010) mod. 14 kW- 16200 (7940-18240) mod.16 kW
- Potenza assorbita riscald. nom (min-max): 964 mod.3,5 kW - 1640 (1080-2290) mod 5 kW - 2140 (1200-2490) mod.7 kW - 3500 (1560-4110) mod. 10.5 kW - 4100 (2250-4950) mod. 14 kW - 4900 (2340-5990) mod.16 kW
- EER: 3,38 (mod. 3,5 kW), 3,20 (mod. 5 kW), 3,20 (mod.7 kW), 2,86 (mod.10,5 kW), 3,00(mod.14 kW), 3,040 (mod.16 kW)
- COP: 3,82 (mod.3,5 kW), 3,53 (mod. 5 kW), 3,40 (mod.7 kW), 3,41 (mod.10,5 kW), 3,40 (mod.14 kW), 3,30 (mod.16 kW)
- Consumo Annuo: 515 kW (mod.3,5 kW), 750 kW (mod.5 kW), 920 kW (mod.7 kW),1540 kW (mod.10,5 kW), 18455 kW (mod.14 kW), 2545 kW ( mod.16 kW)

- Alimentazione/nr. di fasi (Hz-V-Ph): 50-230-1 (mod. 3,5-5-7 kW), 50-380-3 (mod.10,5-16 kW)
- Deumidificazione l/h:1,3 l/h(mod. 3,5 kW), 1,8 l/h (mod. 5 kW), 2,4 l/h (mod. 7 kW), 3,8 l/h (mod. 10,5 kW), 4,8 l/h (mod.14 kW), 4,8 l/h (mod.16 kW)

**CARATTERISTICHE UNITÀ ESTERNA DEI SISTEMI LIGHT COMMERCIAL (CANALIZZATO, CASSETTA O PAVIMENTO/SOFFITTO)**

- Unità esterna di tipo "universale" con possibilità di essere collegata a qualsiasi unità interna della gamma Light Commercial, canalizzato, cassetta o Pavimento/soffitto
- Unità esterna con copri-raccordi di serie su tutte le potenze, in materiale anticorrosione (lamiera zincata) e verniciatura a caldo
- Alimentazione direttamente collegata alle apposite morsettiere già predisposte per 220-240 V mono fase o 380 V tri-fase
- Metodo di espansione: tramite Valvola Elettronica (LEV) e capillare di laminazione (mod.3,5 kW)
- Tipo compressore: Rotativo Inverter DC HITACHI (da 3.5 a 10,5 kW) e Inverter DC Scroll HITACHI (da 14 a 16 kW)
- Condensatore in alluminio con trattamento Idrofilico per prevenire la corrosione e Diametro tubi (ø) 9.53, Ranghi-spessore alette (mm) 4-1.7
- Motori ventilatore di potenza e nr giri: 56 W-800 (rpm) mod. 3,5 kW- 129 W-770/560 (rpm) mod 5 kW - 141.5 W-815/550 (rpm) mod.7 kW - 158 W -140 (rpm) x 2 mod. Da 10.5 kW a 16 kW
- Tipo sbrinamento (defrosting): Automatico gestito tramite scheda elettronica

**CARATTERISTICHE COLLEGAMENTI IDRAULICI (CONNESSIONI) DEI SISTEMI LIGHT COMMERCIAL (CANALIZZATO, CASSETTA O PAVIMENTO/SOFFITTO)**

- Unità esterne pre-caricate con Gas HFC R410A e con possibilità di essere collegate, senza eventuale aggiunta di gas, con unità interne installate fino ad una distanza di 5m
- Possibilità di collegamenti, tra unità interna ed esterna, fino ad una distanza massima, di 30 m lineari e un dislivello massimo di 15 m
- Diametro del tubo del liquido (mm) ø 6.35 - 1/4" (mod.3,5 e 5 kW), ø 9.53-3/8" (mod.7-16 kW)
- Diametro del tubo del gas (mm) ø 12.7-1.2" (mod.3,5 e 5 kW ), ø 16-5/8" (mod.7-16 kW)

**PROTEZIONI , SICUREZZE E CONTROLLI DEI SISTEMI LIGHT COMMERCIAL (CANALIZZATO, CASSETTA O PAVIMENTO/SOFFITTO)**

- Protezione compressore ritardo di avvio 3 minuti
- Protezione surriscaldamento compressore STOP Temp >115° compressore ON Temp < 100°C
- Protezione voltaggio unita esterna STOP AC Voltage > 260 V o se < 175 V
- Protezione Modulo e relativo controllo e segnalazione di guasto
- Protezione sensore verifica, da parte del microprocessore, in caso di malfunzionamento o rottura
- Protezione contro i sovraccarichi di corrente
- Protezione surriscaldamento scambiatore unita esterna nel caso di tempertura del gas > 60°C, per 5 sec
- Protezione controllo segnale , viene controllo che non vi sia assenza di segnale per piu di 4 minuti per far "colloquiare" interna con l'esterna
- Protezione bassa temperatura ambiente, In modalità dry, nel caso la temperatura della stanza inferiore a 10°C la ventilazione si fermerà
- Protezione contro il gelo (defrosting) unità esterna. La procedura di sbrinamento permette di eliminare la brina che si può formare, secondo le condizioni climatiche, nello scambiatore esterno
- Il sistema prevede il pre-riscaldamento del compressore in funzione del tempo di inutilizzo e della temperatura esterna, per impedire avvii con olio freddo
- Controllo fasi per i modelli 380 V- 50 HZ- 3 PH, sono provvisti del controllo sequenza fasi

**FUNZIONI DEI SISTEMI LIGHT COMMERCIAL**

(canalizzato, cassetta o Pavimento /soffitto)

Funzione AUTO-RESTART

Sistemi light commercial inverter DC canalizzato, cassetta o Pavimento /soffitto , hanno la funzione Auto-restart che permette, in caso di black-out, al sistema di ripartire con l'ultima funzione impostata.

Funzione TURBO

Tramite il telecomando è attivabile la funzione TURBO e automaticamente l'unità interna selezionerà, in questo modo, la velocità del ventilatore "Super-Alta" permettendo di raggiungere la temperatura richiesta più velocemente. (MAX 20 MIN)

Funzione FISSAGGIO FREQUENZA (su unità esterna)

Le unità sono provviste della funzione fissaggio di frequenza (impostabile tramite il tasto posto sull'unità esterna).

La funzione fissa per 30 min la frequenza del compressore permettendo di poter effettuare i controlli in assistenza.

Funzione Controllo velocità ventilatore esterno (solo mod. 14 kW – 16 kW)

L'unità esterna ha doppia velocità del ventilatore (alta/bassa) controllata dalla sonda ambiente esterna.

Funzione ritorno dell'olio

L'unità è predisposta per permettere il ritorno "facilitato" dell'olio al compressore se la frequenza rimane al di sotto di 50 HZ.

**FUNZIONI ESCLUSIVE**

**FUNZIONE DOPPIO SWING (MOD. PAVIMENTO/ SOFFITTO)**

Tramite telecomando è possibile settare il funzionamento automatico delle alette flap sia verticali che orizzontali (presenza di doppia motorizzazione).

**FUNZIONE CONTROLLO POMPA EVACUAZIONE CONDENSA (MOD. CASSETTA)**

L'unità è provvista di evacuazione condensa (prevalenza max 100 cm) attiva nella modalità solo freddo e deumidificazione. Il controllo avviene ogni 5 sec. (tramite sensore) e nel caso di vaschetta piena, l'unità interna entra in Stand-by mentre il compressore e la ventilazione esterna vengono fermati. Solo dopo che il livello dell'acqua di condensa ritornerà sotto il livello massimo, l'unità esterna viene riavviata. Nel pannello lampeggerà il relativo led.

**ACCESSORI DI SERIE SU TUTTI I SISTEMI LIGHT COMMERCIAL (CANALIZZATO, CASSETTA O PAVIMENTO/SOFFITTO)**

- Telecomando universale
- Porta-telecomando
- Filtri aria (solo Cassetta e Pavimento/soffitto)
- Pipetta scarico condensa

Accessori di serie esclusivi mod. Cassetta,

- Dima di cartone, per installare l'unità interna
- Raccordo per tubo scarico condensa e fascette metalliche di fissaggio per lo scarico dell'unità interna.
- Guaina isolante per tubazioni per l'isolamento dei giunti dell'unità interna
- Dadi per collegamento tubazioni
- Barre filettate per installare l'unità interna
- Tasselli a gancio per installare l'unità interna

Accessori optional dei sistemi Light Commercial (canalizzato, cassetta o pavimento /soffitto)

- Pannello di ripresa aria (solo Canalizzato)
- Canvass o soffietto (solo Canalizzato)
- Filtro aria (solo Canalizzato)
- Telecomando a filo
- Controllo remoto fino a 64 unità

## NOTE

ARISTON THERMO GROUP

**Ariston Thermo SpA**
Viale A. Merloni, 45
60044 Fabriano (AN) - ITALY
Fax: 0732 602416

**www.aristonheating.it**

**Numero unico servizio clienti**
**199 111 222**

Costo della chiamata da telefono fisso: 0,143 Euro al minuto in fascia oraria intera e 0,056 Euro in fascia oraria ridotta (Iva inclusa)

Ariston Thermo SpA declina qualsiasi responsabilità per eventuali errori di stampa o trascrizione contenuti nel presente catalogo e si riserva il diritto di modificare senza preavviso dati e caratteristiche dei prodotti indicati nello stesso.